

**SÄHKÖTURVALLISUUSMÄÄRÄYSTEN  
SOVELTAMINEN SÄHKÖRADAN  
KIINTEISIIN LAITTEISIIN**

# SÄHKÖTURVALLISUUSMÄÄRÄYSTEN SOVELTAMINEN

## SÄHKÖRADAN KIINTEISIIN LAITTEISIIN

**RHK**  
RATAHALLINTOKESKUS  
KAIVOKATU 6, PL 185  
00101 HELSINKI

PUH. (09) 5840 5111  
FAX. (09) 5840 5140  
SÄHKÖPOSTI: kun@rhk.fi

ISBN 952-445-077-1  
ISSN 1456-1204

28.10.2002

## SÄHKÖTURVALLISUUSMÄÄRÄYSTEN SOVELTAMINEN SÄHKÖRADAN KIINTEISIIN LAITTEISIIN

Ratahallintokeskus on hyväksynyt ohjeen Sähköturvallisuusmääräysten soveltaminen sähköradan kiinteisiin laitteisiin.

Ylijohtaja



Ossi Niemimuukko

Turvallisuusyksikön päällikkö



Kari Alppivuori

Esitetään hyväksyttäväksi

Kunnossapitoyksikön päällikkö



Markku Nummelin

**Korvaa** Sähköturvallisuusmääräysten soveltaminen sähköradan kiinteisiin laitteisiin  
Säy 1/640/94, 5.4.1994,  
Sähköistysten kiinteiden laitteiden suunnittelu ja rakentaminen SSR liite 8.110.

**Voimassa** 25.11.2002 lukien



## **ESIPUHE**

Sähköturvallisuusmääräysten soveltaminen sähköradan kiinteisiin laitteisiin -julkaisu täydentää sähköturvallisuusmääräyksiä ja sähköturvallisuusstandardeja sähköradan kiinteiden laitteiden osalta.

Julkaisun toimitustyö on tehty Ratahallintokeskuksen ohjauksessa. Työryhmässä ovat olleet mukana Kimmo Konsala Oy VR-Rata Ab:stä sekä Juha Sjöblom Ratahallintokeskuksesta.

Helsingissä, marraskuussa 2002

Ratahallintokeskus  
Kunnossapitoyksikkö

## SISÄLTÖ

1 YLEISTÄ .....	3
2 JOHDON MEKAANINEN MITOITUS .....	4
3 JOHTIMIEN ETÄISYYSVAATIMUKSET SEKÄ SUOJAUS JÄNNITTEISEN OSAN KOSKETTAMISELTA .....	5
3.1 Yleistä .....	5
3.2 Vapaa ilmapäli .....	5
3.3 Johtimen sijainti .....	6
3.3.1 Avorata .....	6
3.3.2 Tasoristeys .....	7
3.3.3 Ratapiha sekä laiturij- ja kuormausalueet .....	8
3.3.4 Kallioleikkaus .....	8
3.3.4.1 Kallioleikkaus, jota ei ole varustettu suoja-aidalla .....	8
3.3.4.2 Suoja-aidalla varustettu kallioleikkaus .....	10
3.3.4.3 Kääntöorren suojaaminen erikoistapauksissa .....	13
3.3.5 Rakennus, avovarasto ja mekaaniset rakenteet .....	14
3.3.5.1 Muu kuin RHK:n tai VR-yhtiöiden hallitsema rakennus .....	14
3.3.5.2 RHK:n tai VR-yhtiöiden hallitsema rakennus .....	14
3.3.5.3 Huolto-, korjaus- tms. halli .....	16
3.3.5.4 Laiturikatos .....	16
3.3.5.5 Avovarasto .....	17
3.3.5.6 Opastin .....	18
3.3.5.7 Valaisin .....	25
3.4 Suojaus radan ylittävällä sillalla .....	25
3.4.1 Suojaseinämän pääperiaatteet .....	25
3.4.2 Suojalipan pääperiaatteet .....	27
3.4.3 Suojamaadoitus .....	29
3.5 Muut ilmajohdot ratajohdon läheisyydessä .....	30
4 VAROITUSKILVET JA PYLVÄÄSEEN KIIPEÄMISEN ESTÄMINEN .....	31
4.1 Varoituskilvet .....	31
4.2 Ratajohtopylvääseen kiipeämisen estäminen .....	32
5 KIINTEÄN MUUNTAMON LIITTÄMINEN RATAJOHTOON .....	33
6 KOSKETUSJÄNNITESUOJAUS .....	34
6.1 Suojamaadoittaminen .....	34
6.2 Kiskopotentiaalista aiheutuva kosketusjännite .....	34
6.2.1 Yleistä .....	34
6.2.2 Lyhytaikainen kosketusjännite .....	35
6.2.3 Väliaikainen kosketusjännite .....	35
6.2.4 Käyttövirran aiheuttama kosketusjännite .....	36
6.3 Ulkopuolisen verkon PE- tai PEN-johtimen yhdistäminen paluukiskoon .....	36

**Sisältö**

---

7 MAASULKUSUOJAUS .....	37
8 JÄNNITELUJUUS .....	38
8.1 Koejännitteet .....	38
8.2 Koestamattomat vapaat ilmavälit .....	39
VIITTEET .....	40

## 1 YLEISTÄ

Nämä soveltamismääräykset koskevat Ratahallintokeskuksen (RHK) sähköratajärjestelmän kiinteitä laitteita niiltä osin kuin standardia SFS 6001 /1/ ja Sähkötarkastuskeskuksen julkaisua A 4-93 /2/ ei voida soveltaa sellaisenaan. Näitä soveltamismääräyksiä on noudatettava uusien sähköratojen rakentamisessa ja soveltuvilta osin jo olemassa olevien sähköratojen laajennus- ja muutostöissä. Johtojen osalta ne koskevat - ellei ko. kohdassa ole nimenomaan toisin mainittu - ratajohtopylväisiin kiinnitettyjä johtoja ja johtimia. Muiden sähköratajärjestelmään kuuluvien johtojen osalta noudatetaan sähköturvallisuusmääräysten vaatimuksia sellaisenaan.

Nämä soveltamismääräykset on kirjoitettu alunperin järjestelmälle 1x25 kV. Paluujohtimelle ja imumuuntajille asetetut vaatimukset eivät koske järjestelmää 2x25 kV. -25 kV johtimen (vastajohtimen) pitää täyttää samat vähimmäisetäisyysvaatimukset kuin 25 kV johtimen jännitteettömistä osista.

Tässä julkaisussa esitetyt asiat täydentävät eurooppalaista standardia EN-50122-1 Railway applications - Fixed installations, Part 1: Protective provisions relating to electrical safety and earthing /3/.

## 2 JOHDON MEKAANINEN MITOITUS

Sähköratajärjestelmään kuuluvat johdot on rakennettava varmennetuksi johdoksi julkaisun A 4-93 /2/ mukaisesti seuraavin poikkeuksin ja täsmennyksin:

- a) Kannattimellisen ajojohtimen jääkuorma on 10 N/m, joka oletetaan kokonaan kannattimeen. Kannattimettoman ajojohtimen jääkuorma on 5 N/m, joka oletetaan ajolankaan.

Riippumaa laskettaessa ei tunnelissa olevaan johtimeen tarvitse olettaa jääkuormaa muualla kuin tunnelin suun läheisyydessä.

Radan yli rakennettavan sillan rakennusaikana saa riippumia laskettaessa johtimen jääkuorman jättää huomiotta edellyttäen, että merkittävän jääkuorman syntyminen estetään. (Tällöin johdin voidaan laskea tilapäisesti alemmaksi).

- b) Johtimen katkeamisesta aiheutuvaa kuormitusta ei tarvitse ottaa huomioon.
- c) Johtimen tuulenpaineeksi lasketaan julkaisun A 4-93 /2/ kohdasta 2.1.2 poiketen  $350 \text{ N/m}^2$ .
- d) Julkaisun A 4-93 /2/ kohdan 2.1.1 mukaisella helteellä oletetaan kaikkien virtajohtimien lämpötilaksi  $+50^\circ\text{C}$ . Tunnelissa sovelletaan todellisten olosuhteiden mukaisia lämpötiloja.
- e) Rakenteiden varmuuskertoimet ovat julkaisun A 4-93 /2/ mukaiset lukuun ottamatta perustusten varmuuskerrointa kaatumista vastaan, jolle käytetään seuraavia arvoja:

$n = 1,25$  kun mahdollisista siirtymistä ei aiheudu rasituksia yläpuoliselle rakenteelle,

$n = 1,50$  kun mahdollisista siirtymistä voi aiheutua yläpuoliselle rakenteelle rasituksia.

Sallittuna jännityksenä käytetään julkaisun A 4-93 /2/ mukaisia arvoja, kun rakenne täyttää julkaisun edellytykset. Poikkeuksena ovat esim. portaaliorien paarteet, joissa alkukäyryysvaatimusta  $L/800$  ei voida täyttää. Näissä käytetään nurjahduksen suhteen julkaisun RIL 90 Teräsrakenteiden suunnitteluohjeet /4/ mukaista nurjahduskäyrää.

- f) Muiden kuin ratajohtopylväisiin kiinnitettyjen johtimien osalta syöttö- ja ohitusjohdot on rakennettava varmennetuksi johdoksi julkaisun A 4-93 /2/ mukaisesti.



### 3 JOHTIMIEN ETÄISYYSVAATIMUKSET SEKÄ SUOJAUS JÄNNITTEISEN OSAN KOSKETTAMISELTA

#### 3.1 Yleistä

Ratajohtopylväisiin kiinnitettyjen johtimien etäisyydet määritellään julkaisun A 4-93 /2/ käytäntöä noudattaen sää- ja kuormatiloissa. Johtimen katkeamista ei oteta etäisyyksissä huomioon.

Käsitellään seuraavat johdinlajit:

- 25 kV johdin
- paluujohdin (P-johdin)
- M-johdin (pylväiden maadoitusjohdin), johon tässä esityksessä rinnastetaan reduktiojohdin, kiskonvarmistusjohdin, keräilyjohdin tms. johdin, joka voidaan katsoa ilmajohtomaiseksi maadoitusjohtimeksi.

Erikseen esitettyjä poikkeuksia lukuun ottamatta johtimiin on sovellettava julkaisun A 4-93 /2/ vaatimuksia seuraavasti:

- 25 kV johtimeen 25 kV avojohdon vaatimuksia
- paluujohtimeen pienjänniteavojohdon vaatimuksia
- M-johtimeen maadoitus- ja ukkosjohtimien vaatimuksia.

Varusteiden ja kojeiden suojaamattomille jännitteisille osille sovelletaan samoja etäisyysvaatimuksia kuin varsinaiselle johtimelle.

Maadoitettu jännitteetön kiristysjohdin rinnastetaan haruksen kaltaiseen rakenteeseen. RHK voi itse määritellä tarvittavat etäisyydet kiristysjohtimesta sen omiin rakenteisiin.

Etäisyyksissä on otettava huomioon ajojohtimen lämpöpitenemisen vaikutukset kuten kääntöorren asennon vaihtelu. Ajojohtimen etäisyyksissä rinnastetaan kuormatiloihin virroittimen aiheuttama ajojohtimen liike.

Etäisyydet virroittimesta esitetään erikseen virroittimen heilahdukset huomioon ottaen.

#### 3.2 Vapaa ilmaväli

Kun seuraavassa määritellään ratajohtopylväisiin kiinnitetyn kahden johtimen välinen etäisyys sää- ja kuormatiloissa, oletetaan toisen johtimen olevan nollasäätä vastaavassa tilassa, ellei erikseen ole toisin sanottu. Julkaisun A 4-93 /2/ kohdan 3.1.1.1.a vaatimusta johtimien kiinnityskohtien välille ei näille johtimille tarvitse soveltaa.

25 kV johtimen etäisyyden on oltava paluujohtimesta ja jännitteettömistä osista, M-johdin mukaan lukien, säätiloissa vähintään 0,27 m ja kuormatiloissa vähintään 0,19 m. Virroittimen etäisyyden on oltava paluujohtimesta ja jännitteettömistä osista, M-johdin mukaan lukien, vähintään 0,19 m. Ryhmityseristimen ilmavälin on oltava vähintään 0,15 m (EN 50122-1 kohta 10.3).

Paluujohtimen etäisyyden on oltava jännitteettömistä osista, M-johdin mukaan lukien, sää- ja kuormatiloissa vähintään 0,06 m.

Ellei erikseen ole vaadittu suurempaa etäisyyttä, sovelletaan edellä annettuja jännitteisen osan etäisyyksiä jännitteettömistä osista. Tavallisimpia sovelluksia ovat etäisyydet ratajohtopylvään osiin, radan ylittävän sillan rakenteisiin ja tunnelin kattoon.

Kahden, ei-kiinteästi toisiinsa yhdistetyn 25 kV johtimen välisen etäisyyden on oltava säätiloissa vähintään 0,31 m ja kuormatiloissa sekä toista johdinta koskettavasta virroittimesta vähintään 0,22 m. Poikkeuksena näistä etäisyysvaatimuksista on ajojohtimen erotuskenttä, jossa 25 kV johtimien etäisyyden toisistaan on oltava nollasäällä vähintään 0,40 m sekä helteellä ja pakkasella (molemmat johtimet samassa lämpötilassa) vähintään 0,31 m.

25 kV ja -25 kV johtimen välisen etäisyyden tulee olla säätiloissa vähintään 0,52 m ja kuormatiloissa vähintään 0,37 m. -25 kV johtimen etäisyyden virroittimesta tulee olla sää- ja kuormatiloissa vähintään 0,37 m.

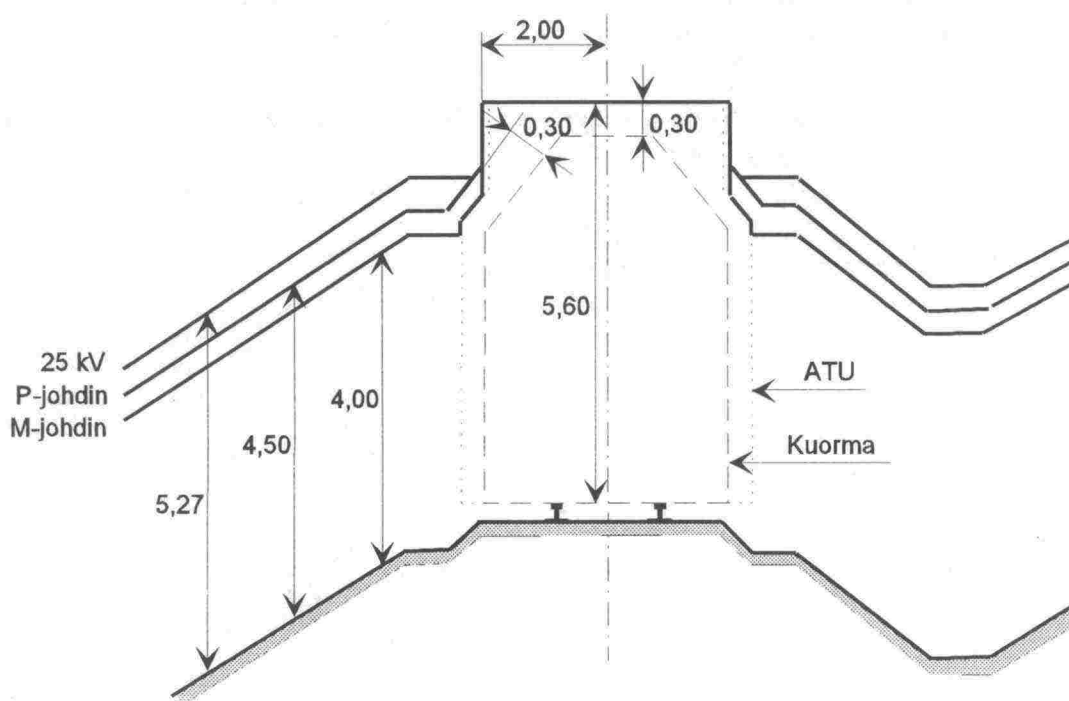
### 3.3 Johtimen sijainti

#### 3.3.1 Avorata

Avoradalla muualla kuin tasoristeyksessä johtimien on täytettävä sää- ja kuormatiloissa seuraavat vähimmäisetäisyydet ja -korkeudet (kuva 1):

- 25 kV johtimen, paluujohtimen ja M-johtimen etäisyyden kiskojen selän muodostamasta tasosta on oltava 5,60 m ainakin 2,00 m etäisyydelle kiskojen keskinormaalista; lisäksi on otettava huomioon RHK:n määrittämä aukean tilan ulottuma (ATU).
- 25 kV johtimen ja paluujohtimen etäisyyden kuormasta, ottaen huomioon kuorman heilahtelu, kallistuminen yms. tekijät, on oltava 0,30 m, ellei johdinta tehdä jännitteettömäksi ja työmaadoiteta kuorman kuljetuksen ajaksi. Erityisvalvotuissa kuljetuksissa sallitaan kuitenkin 0,24 m etäisyys kuormasta edellyttäen, että metallinen kuorma on yhdistetty luotettavasti vaunun runkoon ja turvallisuuden varmistamiseksi on ryhdytty erityistoimenpiteisiin. M-johtimen etäisyys kuormasta määräytyy mekaanisten näkökohtien perusteella.

- Kauempana raiteesta tai alueella, jossa edellä mainitut seikat eivät ole määrääviä, 25 kV johtimen korkeuden maan pinnasta on oltava 5,27 m, paluujohtimen 4,50 m ja M-johtimen 4,00 m.

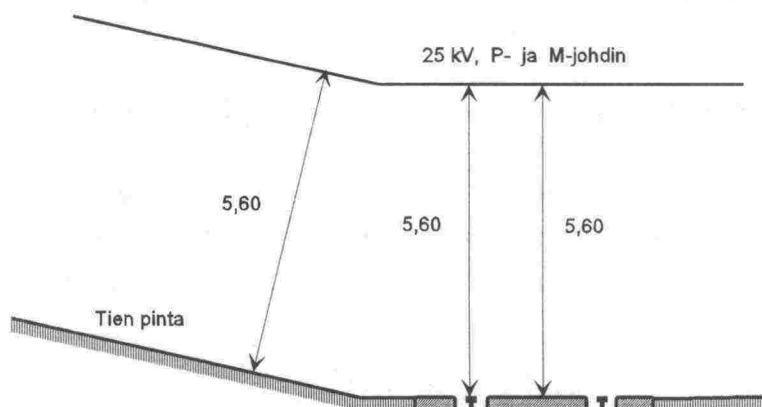


Kuva 1. Johtimien vähimmäisetäisyydet avoradalla.

### 3.3.2 Tasoristeys

Tasoristeyksessä 25 kV johtimen, paluujohtimen ja M-johtimen etäisyyden kiskon selästä ja tien pinnasta on oltava sää- ja kuormatiloissa vähintään 5,60 m (kuva 2).

Muuhun radan välittömässä läheisyydessä sijaitsevaan tiehen nähden sovelletaan julkaisun A 4-93 /2/ etäisyysvaatimuksia. RHK:n harkinnasta riippuen tällaiseen tiehen nähden voidaan kuitenkin poikkeustapauksessa soveltaa tasoristeyksen etäisyyssääntöjä.



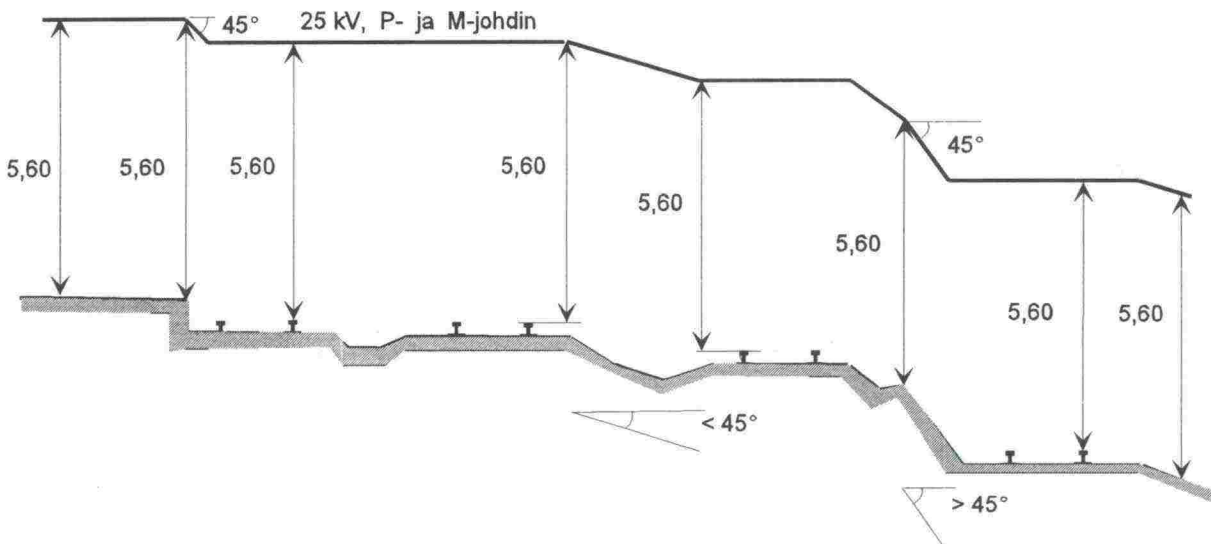
Kuva 2. Johtimien etäisyys kiskon selästä ja tien pinnasta tasoristeyksessä.



### 3.3.3 Ratapiha sekä laituri- ja kuormausalueet

Ratapihalla sekä laituri- ja kuormausalueilla johtimien on täytettävä sää- ja kuormatiloissa kohdan 3.3.1 mukaisten sijaintivaatimusten lisäksi kuvan 3 vähimmäiskorkeudet kiskon selästä ja maan pinnasta.

Lisäksi kääntötorren eristimen eristävän osan alimman kohdan korkeuden laiturin pinnasta tulee olla vähintään 5,30 m.



Kuva 3. Johtimien vähimmäiskorkeudet ratapihalla sekä laituri- ja kuormausalueella.

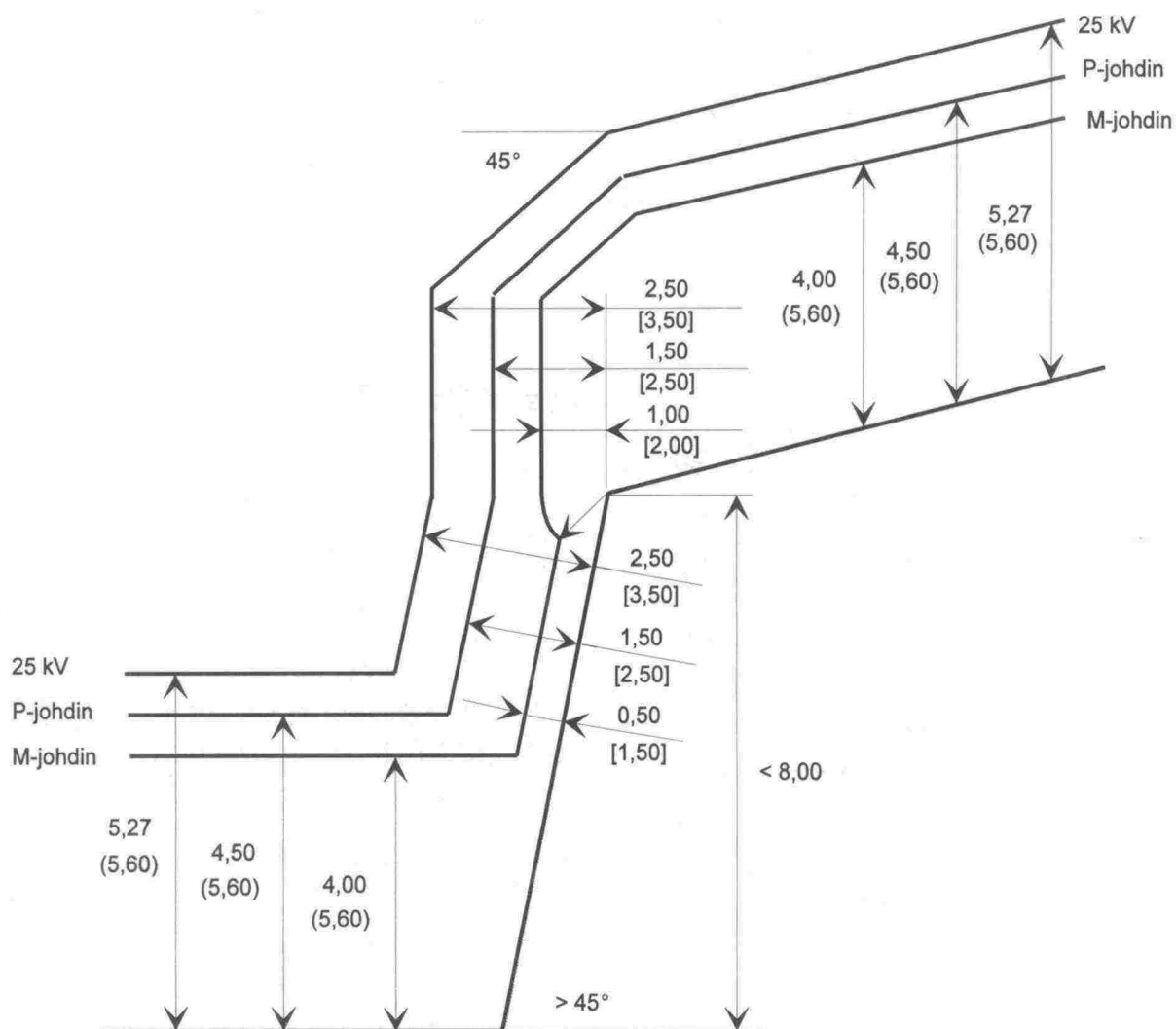
### 3.3.4 Kallioleikkaus

Jos leikkauksen jyrkkyys on enintään  $45^\circ$ , johtimiin sovelletaan kohdan 3.3.1 mukaisia sijaintivaatimuksia. Jyrkkyyden ollessa yli  $45^\circ$  noudatetaan seuraavassa esitettyjä vaatimuksia.

Kallioleikkaukseen rinnastetaan jyrkkyydeltään vastaavat verhotut penkereet, tukimuurit yms.

#### 3.3.4.1 Kallioleikkaus, jota ei ole varustettu suoja-aidalla

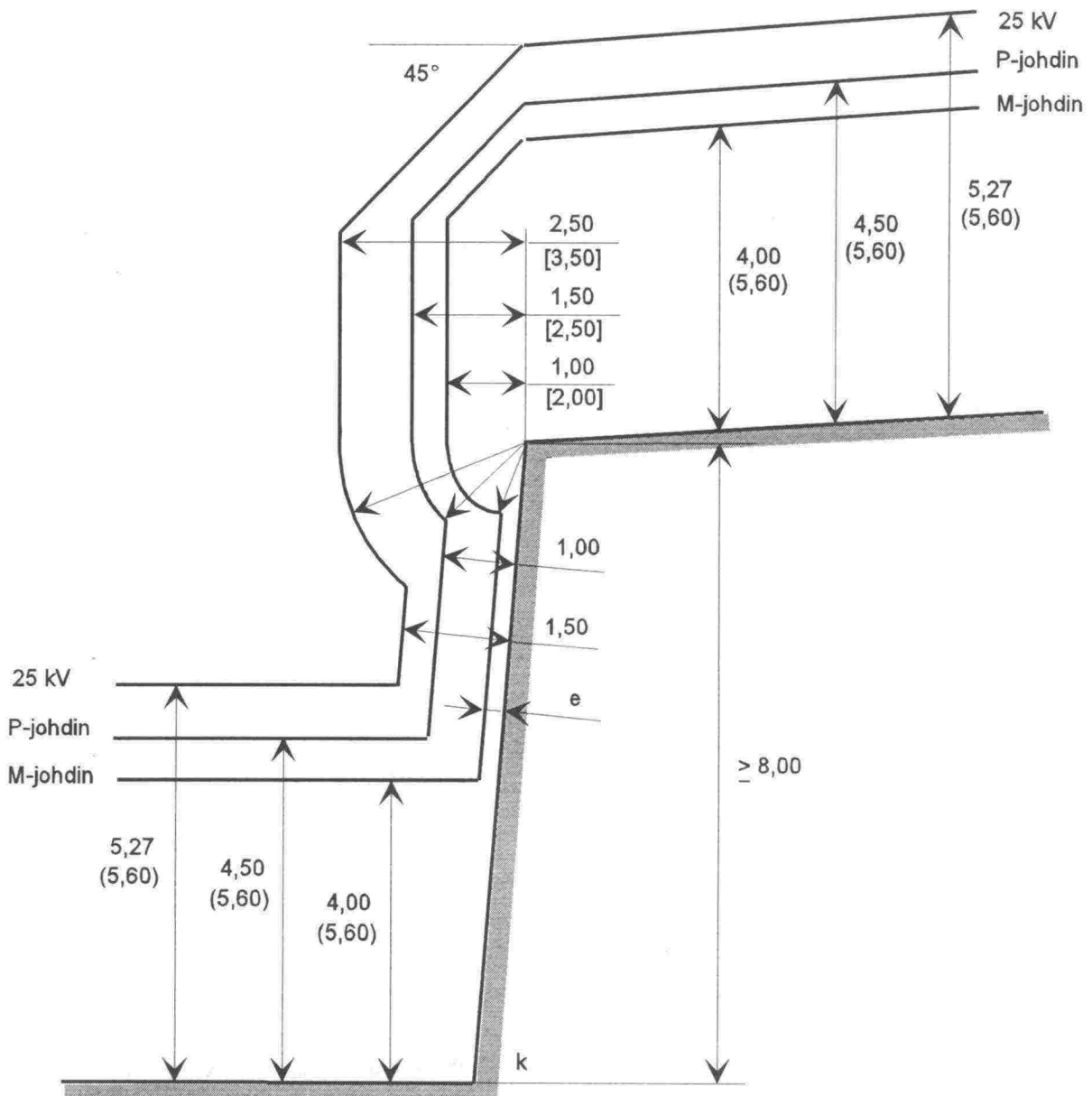
Kallioleikkausta ei tarvitse varustaa sähköturvallisuussyistä suoja-aidalla, jos kuvan 4 (matala kallioleikkaus) tai kuvan 5 (korkea kallioleikkaus) mukaiset johtimien vähimmäisetäisyydet ja -korkeudet täyttyvät sää- ja kuormatiloissa.



Kaarisulkeissa olevat mitat koskevat ratapihoja yms. alueita.

Hakasulkeissa olevat mitat koskevat kallioleikkausta, jonka reunan välittömässä läheisyydessä on paikka, jossa ihmisiä usein oleskelee tai liikkuu (esim. kulkuväylä).

Kuva 4. Matala kallioleikkaus.



Kaarisulkeissa olevat mitat koskevat ratapihoja yms. alueita.

Hakasulkeissa olevat mitat koskevat kallioleikkausta, jonka reunan välittömässä läheisyydessä on paikka, jossa ihmisiä usein oleskelee tai liikkuu (esim. kulkuväylä). Kun leikkauksen jyrkkyys  $k$  on  $45^\circ \dots 75^\circ$ , M-johtimen vähimmäisetäisyys  $e$  on 0,50 m. Leikkauksen jyrkyyden  $k$  ollessa yli  $75^\circ$  etäisyys  $e$  on RHK:n määritettävissä käytövarmuusteknisin perustein.

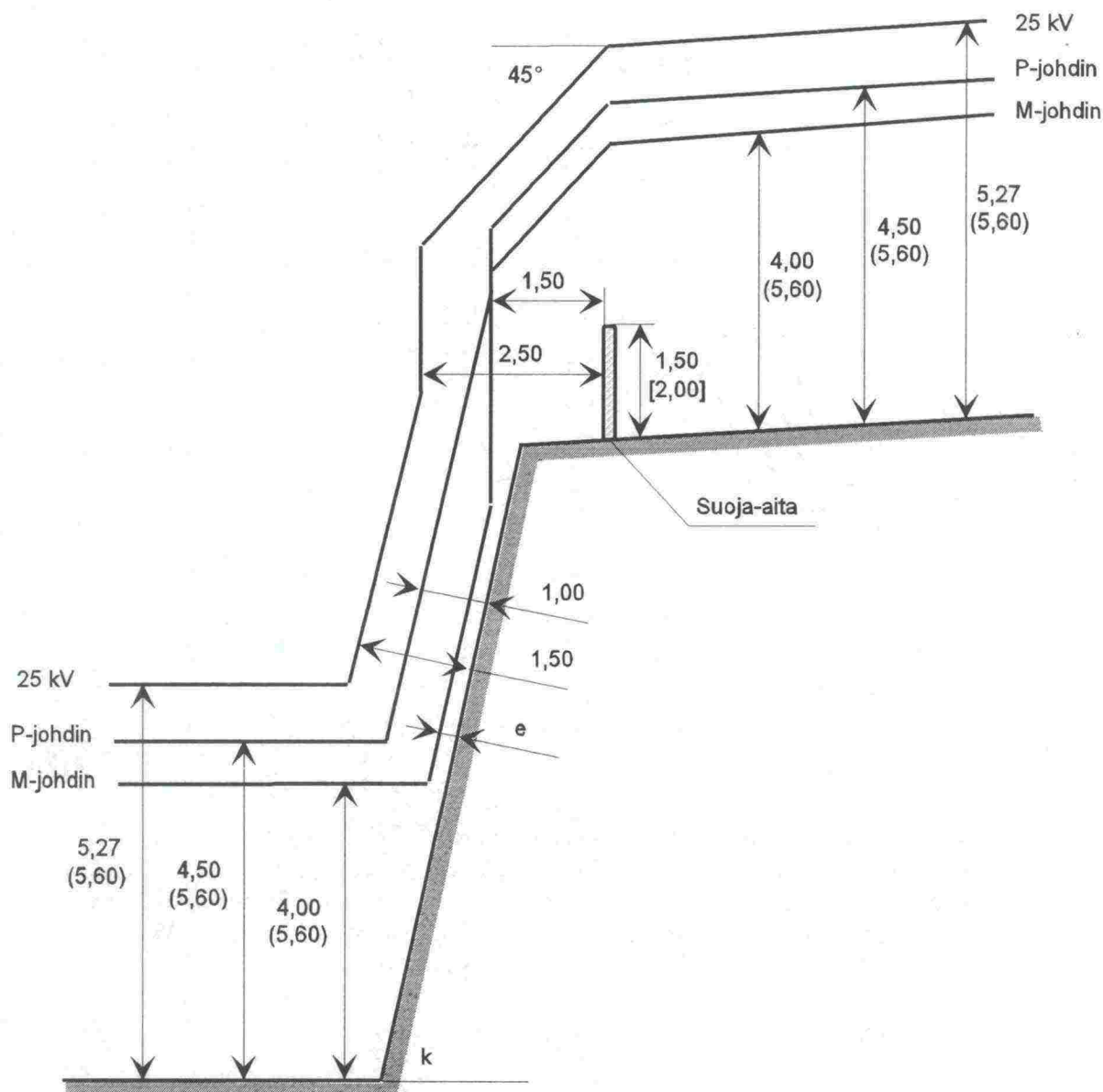
Kuva 5. Korkea kallioleikkaus.

### 3.3.4.2 Suoja-aidalla varustettu kallioleikkaus

Jos kohdan 3.3.4.1 mukaiset johtimien sijaintivaatimukset eivät täyty, kallioleikkaus on varustettava sähköturvallisuussyistä suoja-aidalla.

Suoja-aidalla varustetussa kallioleikkauksessa johtimien on täytettävä sää- ja kuor-  
matiloissa kuvien 6 ja 7 vähimmäisetäisyydet ja -korkeudet. Poikkeuksena ovat  
kääntöorren paljaat jännitteiset osat, joille sallitaan 1,50 m sijasta 1,00 m vähim-  
mäisetäisyys leikkauksen luiskasta seuraavilla edellytyksillä:

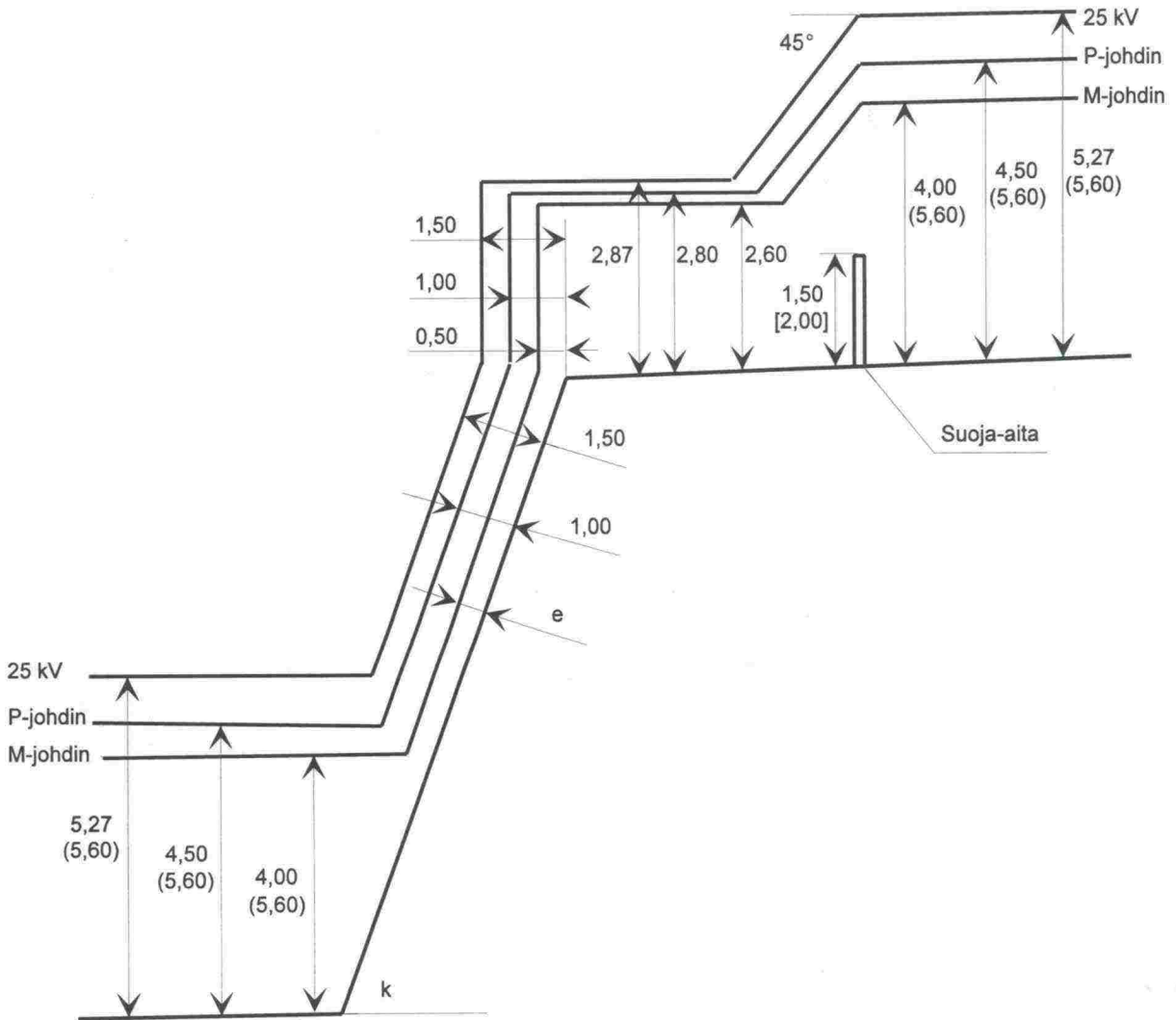
- jännitteisten osien ja leikkauksen luiskasta on pylväs ja osien pysty-  
suora etäisyys leikkauksen yläreunasta on vähintään 3,00 m alaspäin tai
- vaakaetäisyys on vähintään 2,50 m suoja-aidasta, jonka vähimmäiskorkeus  
on 2,00 m, ja luiskasta on yli 75°.



Kaarisulkeissa olevat mitat koskevat ratapihoja yms. alueita.

Hakasulkeissa oleva mitta koskee suoja-aitaa, jonka välittömässä läheisyydessä on paikka, jossa ihmisiä usein oleskelee tai liikkuu (esim. kulkuväylä). Kun leikkauksen jyrkkyys  $k$  on 45...75°, M-johtimen vähimmäisetäisyys  $e$  on 0,50 m. Leikkauksen jyrkkyys  $k$  ollessa yli 75° etäisyys  $e$  on RHK:n määritettävissä käyttövarmuusteknisin perustein.

Kuva 6. Suoja-aidalla varustettu matala kallioleikkaus.



Kaarisulkeissa olevat mitat koskevat ratapihoja yms. alueita.

Hakasulkeissa oleva mitta koskee suoja-aitaa, jonka välittömässä läheisyydessä on paikka, jossa ihmisiä usein oleskelee tai liikkuu (esim. kulkuväylä). Kun leikkauksen jyrkkyys  $k$  on  $45...75^\circ$ , M-johtimen vähimmäisetäisyys  $e$  on  $0,50$  m. Leikkauksen jyrkyyden  $k$  ollessa yli  $75^\circ$  etäisyys  $e$  on RHK:n määrittävissä käyttövarmuusteknisin perustein.

Kuva 7. Suoja-aidalla varustettu korkea kallioleikkaus.

Aidan alareunan etäisyys maan pinnasta saa olla enintään  $0,10$  m, lukuun ottamatta epätasaista kalliota, jolla etäisyydeksi sallitaan  $0,20$  m ja kapeiden (leveys enintään  $0,20$  m) kalliohalkeamien, kuilujen yms. kohdalla vieläkin enemmän.

Aidan on oltava lujaa alumiini- tai teräsverkkoa, jonka reiän koko on enintään  $1200 \text{ mm}^2$  tai suojavaikutukseltaan ja lujuudeltaan vähintään samanarvoista rakennetta.

Aita on kiinnitettävä luotettavasti lujiin pylväisiin eikä sen ulkopuolella saa olla kiipeämistä huomattavasti helpottavia ulkonemia.



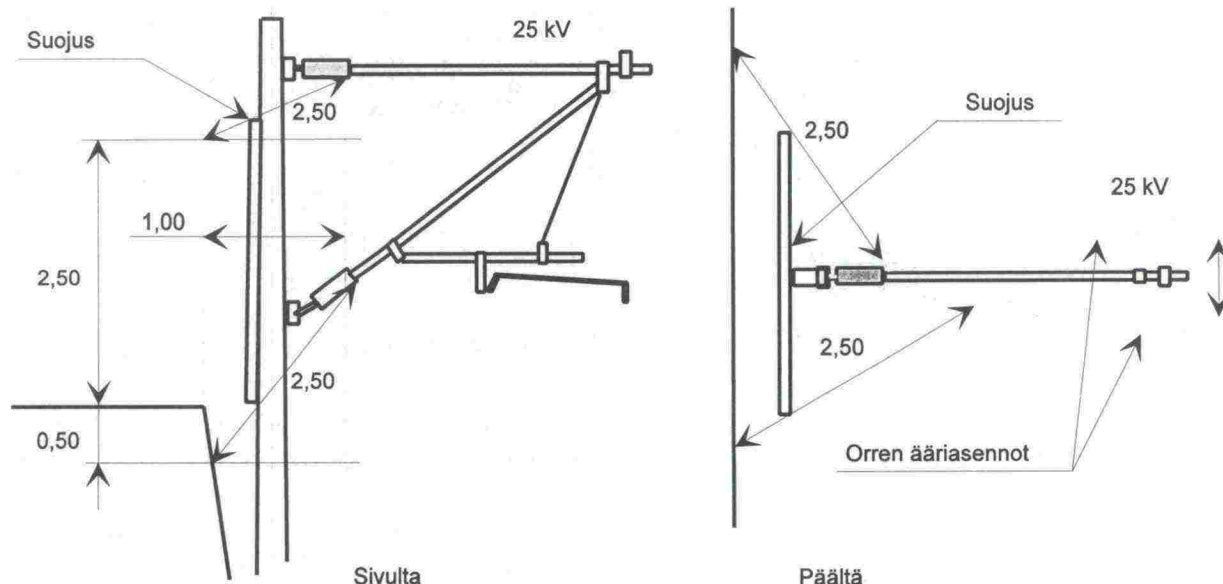
Aidan on ulotuttava radan suunnassa niin pitkälle, että kohdan 3.3.4.1 mukaiset johtimien sijaintivaatimukset täyttyvät. Aita on päätettävä leikkauksen reunaan siten, että aidatulle alueelle ei pääse helposti.

### 3.3.4.3 Kääntöorren suojaaminen erikoistapauksissa

Jos kohtien 3.3.4.1 ja 3.3.4.2 mukaiset sijaintivaatimukset eivät kääntöorren osalta täyty, kääntöorren paljaat jännitteiset osat on suojattava paluukiskoon tai M-johtimeen suojamaadoitetulla metallilevyllä tai, mikäli kallioleikkaus on varustettu kohdan 3.3.4.2 mukaisella suoja-aidalla, sellaisella metalliverkolla, jonka reiän lävistäjä on enintään 20 mm. Seuraavien ehtojen tulee täytyä (kuva 8):

- Lyhin etäisyys jännitteiseen osaan suojuksen läpi leikkauksen reunan kautta asetetusta pystytasosta korkeuksilta  $-0,50 \dots +2,50$  m (leikkauksen reunasta) mitattuna on vähintään 1,00 m.
- Jännitteisestä osasta piirrettyä suojusta leikkaamatonta suoraa myöten mitattu etäisyys leikkauksen reunan kautta asetetusta pystytasosta tämän korkeuksilla  $-0,50 \dots +2,50$  m on vähintään 2,50 m.

Kääntöorren asennon vaihtelu johtimen lämpötilan vaihdellessa on otettava em. etäisyyksissä huomioon.



Kuva 8. Kääntöorren suojaaminen.

### 3.3.5 Rakennus, avovarasto ja mekaaniset rakenteet

Julkaisun A 4-93 /2/ käytäntöä noudattaen seuraavassa esitetään ne vaakasuoran ja pystysuoran etäisyyden vähimmäisvaatimukset, jotka ratajohdon johtimien on täytettävä sää- ja kuormatiloissa. Pystysuoran etäisyyden vaatimusta sovelletaan siinä tapauksessa, että vaakasuoran etäisyyden vaatimus ei täyty.

#### 3.3.5.1 Muu kuin RHK:n tai VR-yhtiöiden hallitsema rakennus

Johtimien ja virroittimen on täytettävä sää- ja kuormatiloissa seuraavat vähimmäisetäisyydet rakennuksesta:

- 25 kV johtimen vaakasuoran etäisyyden on oltava 3,27 m ja pystysuoran etäisyyden 4,27 m (2,77 m rakennuksen osasta, jonka päällä ei voi helposti seisoa).
- Virroittimen vaakasuoran etäisyyden on oltava 3,27 m. Vaakasuora etäisyys saa kuitenkin olla 2,50 m, mikäli etäisyyttä 3,27 m lähempänä ei ole ikkunaa tms. aukkoa eikä avoparveketta korkeusalueella 3,50...8,00 m kiskon selästä tai tällä korkeusalueella olevat ikkunat tms. aukot tai niiden osat on joko tehty sisäänpäin aukeaviksi ja vain työkaluilla avattaviksi sekä varustettu aukot metalliverkolla (reiän lävistäjä enintään 20 mm) tahi suljettu pysyvästi muuraamalla, metallilevyllä tms.
- Paluujohtimen vaakasuoran etäisyyden on oltava 3,00 m ja pystysuoran etäisyyden 4,00 m (2,50 m rakennuksen osasta, jonka päällä ei voi helposti seisoa).
- M-johtimen vaakasuoran etäisyyden on oltava 0,50 m ja pystysuoran etäisyyden 2,50 m.

#### 3.3.5.2 RHK:n tai VR-yhtiöiden hallitsema rakennus

RHK:n tai VR-yhtiöiden hallitsemiin muihin rakenteisiin nähden, joista seuraavassa ei ole erikseen mainittu, noudatetaan samoja vaatimuksia kuin RHK:n tai VR-yhtiöiden hallitsemaan rakennukseen. Vaatimukset koskevat myös vesiviskuria sen kaikissa asennoissa.

Julkaisun A 4-93 /2/ kohdasta 4.1.3.1.a poiketen ratajohtopylväisiin kiinnitetyn johtimen saa viedä RHK:n tai VR-yhtiöiden hallitseman lämmitettävän rakennuksen yli. Lisäksi julkaisun A 4-93 /2/ kohdasta 4.5 poiketen kyseisen johtimen saa viedä RHK:n tai VR-yhtiöiden hallitseman, liikenteen hoidon kannalta välttämättömän palavan nesteen jakelupisteen yli.

Johtimien ja virroittimen on, ilman että on ryhdyttävä jäljempänä esitettyihin varotoimenpiteisiin, täytettävä sää- ja kuormatiloissa seuraavat vähimmäisetäisyydet rakennuksesta:

### Johtimien etäisyysvaatimukset sekä suojaus jännitteisen osan koskettamiselta

- 25 kV johtimen vaakasuoran etäisyyden on oltava 2,50 m ja pystysuoran etäisyyden 3,27 m (2,77 m rakennuksen osasta, jonka päällä ei voi helposti seisoa).
- Virroittimen vaakasuoran etäisyyden on oltava 2,50 m. Vaakasuora etäisyys saa kuitenkin olla 1,50 m, mikäli etäisyyttä 2,50 m lähempänä ei ole ikkunaa tms. aukkoa eikä avoparveketta korkeusalueella 3,50...8,00 m kiskon selästä tai tällä korkeusalueella olevat ikkunat tms. aukot tai niiden osat on tehty sisäänpäin aukeaviksi ja vain työkaluilla avattaviksi.
- Paluujohtimen vaakasuoran etäisyyden on oltava 1,50 m ja pystysuoran etäisyyden 2,50 m; avoparvekkeen lattiasta pystysuoran etäisyyden on kuitenkin oltava 3,00 m.
- M-johtimen vaakasuoran etäisyyden on oltava 0,50 m ja pystysuoran etäisyyden 2,50 m.

Jos em. etäisyysvaatimuksia ei voida noudattaa, johtimien ja virroittimen etäisyyksien rakennuksesta on kuitenkin täytettävä vähimmäisetäisyydet jännitteettömistä osista (kohta 3.2), minkä lisäksi on ryhdyttävä seuraaviin varotoimenpiteisiin:

- Ne rakennuksen ikkunat yms., jotka eivät kaikissa asennoissa täytä annettuja vähimmäisetäisyyksiä, on joko tehtävä sisäänpäin aukeaviksi ja vain työkaluilla avattaviksi sekä varustettava ikkuna-aukot metalliverkolla (reiän lävistäjä enintään 20 mm) tai suljettava pysyvästi muuraamalla, metallilevyllä tms.
- Jos rakennuksessa on avoparveke, joka ei täytä annettuja vähimmäisetäisyyksiä, parvekkeelle johtava ovi on pidettävä lukittuna siten, että sen voi avata vain erikoisavaimella tai työkaluilla.
- Jos rakennuksen katto ei täytä annettuja vähimmäisvaatimuksia, katolla työskennellessä on noudatettava erityisohjeita.
- Annettuja vähimmäisetäisyyksiä lähempänä jännitteistä osaa (virroitin mukaan luettuna) tai 5,00 m vaakasuoraa etäisyyttä lähempänä sähköistetyin raiteen keskiviivaa olevat laajat metalliosat sekä ikkunoiden yms. aukkojen metalliset suojaverkot ja -levyt on suojamaadoitettava paluukiskoon tai M-johtimeen ja varustettava rakennusten nurkat yms. kohdat, joihin sinkoutuva johdin todennäköisimmin osuu, paluukiskoon tai M-johtimeen maadoitetulla suojamaadoitusjohtimella. Jos rakennus on pitkä, seinään on sijoitettava suojamaadoitusjohtimia riittävän lyhyin välein.



### 3.3.5.3 Huolto-, korjaus- tms. halli

Tässä tarkoitetaan liikkuvan kaluston huolto-, korjaus- tms. tehtäviin käytettävää rakennusta, jonka sisällä on ajojohdin ja johon ajetaan sähkövetokalustolla.

Ajojohtimen jännitteisten osien (mukaan lukien kääntöorsi) pystysuoran etäisyyden huoltokäytävän kävelytasosta on oltava vähintään 4,00 m.

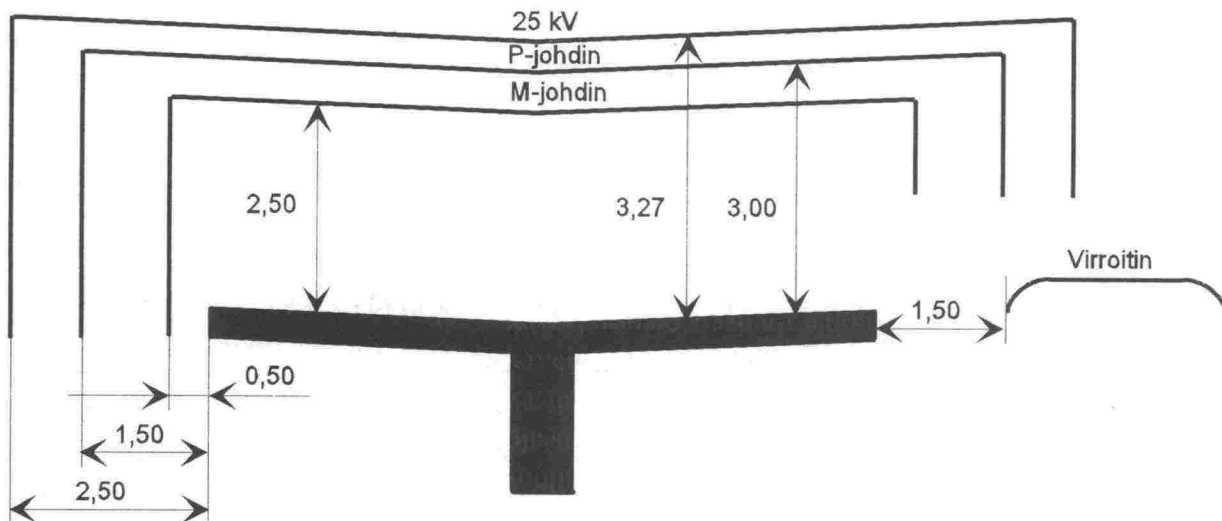
Hallin kattoon on asennettava jokaisen ajojohtimen kohdalle n. 10 m välein punaiset merkkivalot, jotka palavat ajojohtimen ollessa jännitteinen.

Ajojohdin on varustettava lukittavalla erottimella, joka aukiasennossa maadoittaa hallin sisällä olevan ajojohtimen paluukiskoon tai M-johtimeen.

### 3.3.5.4 Laiturikatos

Johtimien ja virroittimen on, ilman että on ryhdyttävä jäljempänä esitettyihin varotoimenpiteisiin, täytettävä sää- ja kuormatiloissa seuraavat vähimmäisetäisyydet laiturikatoksesta (kuva 9):

- 25 kV johtimen vaakasuora etäisyys 2,50 m ja pystysuora etäisyys 3,27 m
- virroittimen vaakasuora etäisyys 1,50 m
- paluujohtimen vaakasuora etäisyys 1,50 m ja pystysuora etäisyys 3,00 m
- M-johtimen vaakasuora etäisyys 0,50 m ja pystysuora etäisyys 2,50 m.



Kuva 9. Johtimien ja virroittimen vähimmäisetäisyydet laiturikatoksesta.

Jos em. etäisyysvaatimuksia ei voida noudattaa, johtimien ja virroittimen etäisyyksien laiturikatoksesta on kuitenkin täytettävä vähimmäisetäisyydet jännitteettömistä osista (kohta 3.2), minkä lisäksi on ryhdyttävä seuraaviin varotoimenpiteisiin:

- Laiturikatoksen päälle johtava luukku tai ovi on pidettävä lukittuna. Laiturikatokseen liittyviltä kiinteiltä tikkailta on estettävä pääsy katoksen päälle. Jos laiturikatoksen päälle voi helposti päästä muuta kautta, esim. rakennuksen ikkunasta, laiturikatoksen päälle on rakennettava vähintään 1,00 m korkuinen suoja-aita siten, että joko laiturikatoksen päälle pääseminen on estetty tai vaakasuora etäisyys aidasta johtimiin ja virroittimeen on vähintään 2,00 m. Aidan rakenteen on muilta osin täytettävä kohdan 3.3.4.2 vaatimukset.
- Laiturikatoksen päällä työskennellessä on noudatettava erityisohjeita.
- Laiturikatoksen laajat metalliosat, jotka ovat annettuja vähimmäisetäisyyksiä lähempänä jännitteistä osaa (virroitin mukaan luettuna), on suojamaadoitettava paluukiskoon tai M-johtimeen.
- Laiturikatoksen puu- tai betonireunus sekä puu- tai betonipilarit, jotka ovat annettuja vähimmäisetäisyyksiä lähempänä jännitteistä osaa (virroitin mukaan luettuna) tai ovat 5,00 m vaakasuoraa etäisyyttä lähempänä sähköistetyin raiteiden keskiviivaa, on varustettava jännitteisen osan puolelle sijoitettulla, paluukiskoon tai M-johtimeen maadoitetulla suojamaadoitusjohtimella. Betonirakenteessa voidaan vaihtoehtoisesti suojamaadoittaa betoni-raudoitus.

### 3.3.5.5 Avovarasto

Avovarastolla tarkoitetaan säilytyspaikkaa, jossa tavaraa on varastoituna ulkosalle säännöllisesti ja pitkäaikaisesti.

Tässä kohdassa mainitut etäisyysvaatimukset koskevat rautatiealueella sijaitsevia avovarastoja. Näihin nähden ratajohtopylväisiin kiinnitettyjen johtimien osalta ei vaadita sovellettavaksi julkaisun A 4-93 /2/ kohdan 4.1.3.1. a kieltoa viedä avojohto määrätynlaisten avovarastojen yli. Rautatiealueen ulkopuolella olevien avovarastojen osalta on noudatettava julkaisun A 4-93 /2/ määräyksiä.

Johtimien ja virroittimen on täytettävä sää- ja kuormatiloissa seuraavat vähimmäisetäisyydet avovarastosta:

- 25 kV johtimen vaakasuora etäisyys 3,27 m ja pystysuora etäisyys 4,27 m
- virroittimen vaakasuora etäisyys 2,50 m ja pystysuora etäisyys 3,27 m
- paluujohtimen vaakasuora etäisyys 3,00 m ja pystysuora etäisyys 4,00 m
- M-johtimen vaakasuora etäisyys 0,50 m ja pystysuora etäisyys 2,50 m.

### 3.3.5.6 Opastin

#### a) Opastinpylväs

Johtimien ja virroittimen on, ilman että on ryhdyttävä jäljempänä esitettyihin varoitusmenpiteisiin, täytettävä sää- ja kuormatiloissa seuraavat vähimmäisetäisyydet opastinpylvään jokaisesta osasta (kuva 10):

- 25 kV johtimen etäisyys 2,00 m; pystysuoraksi etäisyydeksi opastinpylvään ylimmästä osasta riittää kuitenkin 1,50 m
- virroittimen vaakasuora etäisyys 1,20 m
- paluujohtimen etäisyys 1,00 m
- M-johtimen etäisyys 0,50 m
- em. etäisyyksiin on lisättävä askelmien puoleisessa suunnassa 0,50 m opastinpylvään askelmien tasosta.

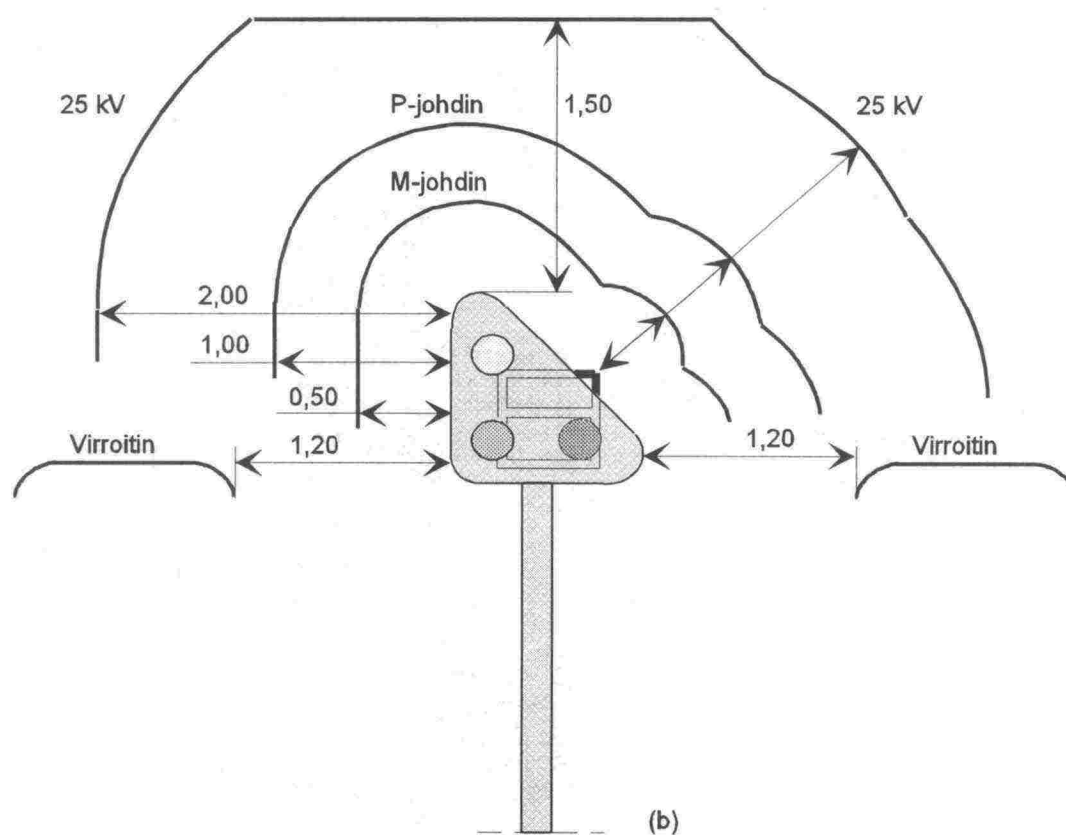
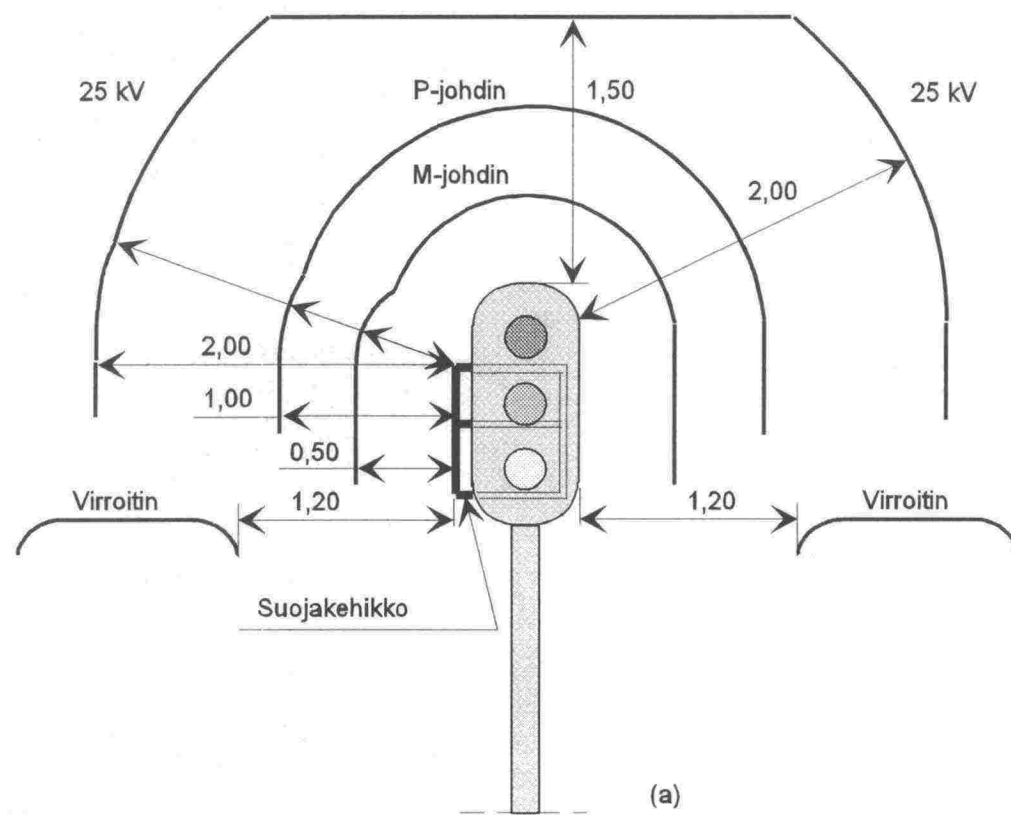
Nämä etäisyydet edellyttävät, että opastinpylväs on varustettu horjahtamisen estävällä suojakehikolla. Ellei tällaista suojakehikkoa ole, etäisyyksiin on lisättävä 0,50 m.

Jos edellä asetettuja etäisyysvaatimuksia ei voida noudattaa, on meneteltävä jommallakummalla seuraavista tavoista:

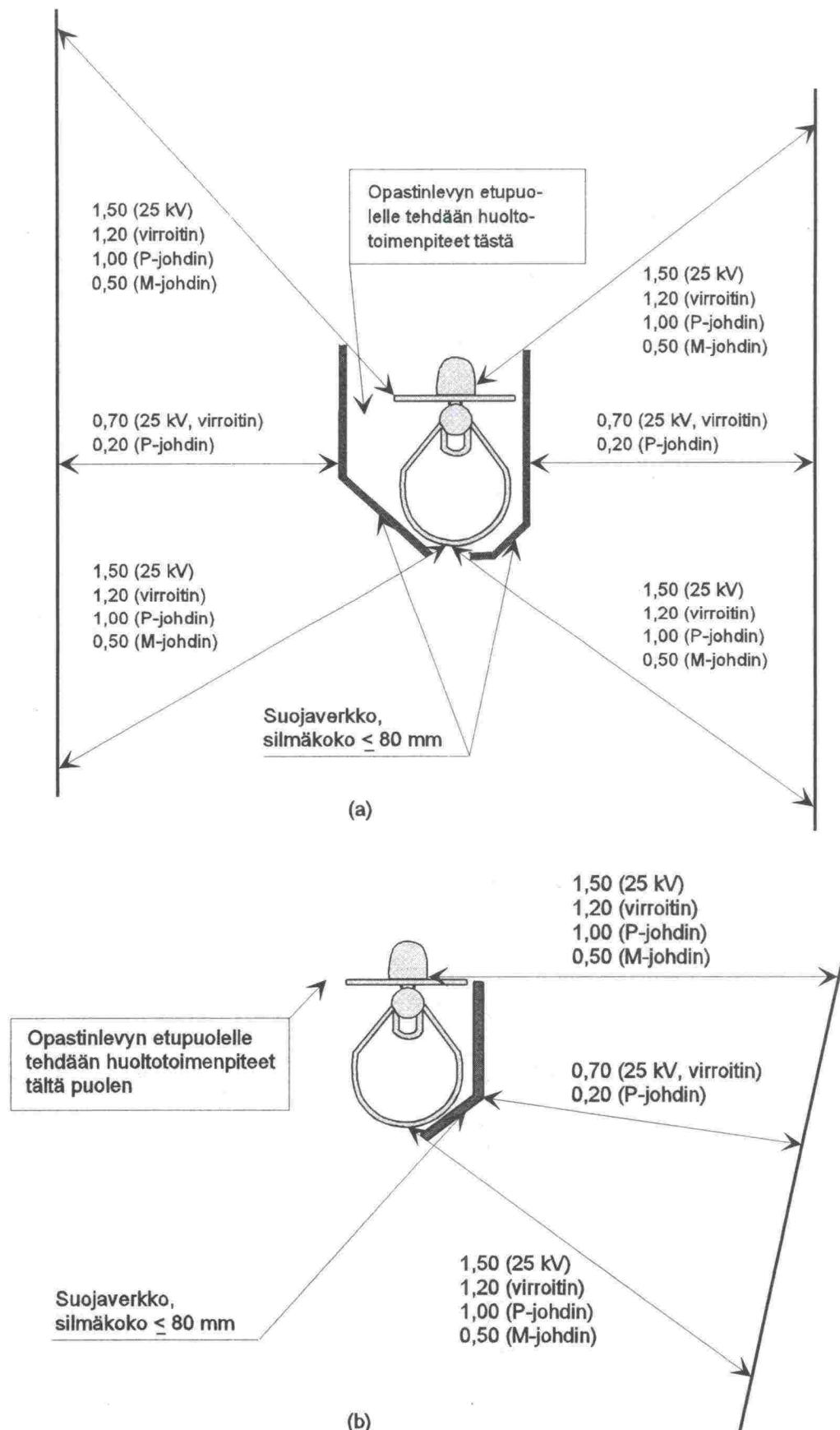
- Annettuja vähimmäisetäisyyksiä lähempänä olevat johtimet on tehtävä jännitteettömiksi ja työmaadoitettava huoltotyön ajaksi, ja askelmien kohta on varustettava varoituskilvellä, jossa on teksti "Pylvääseen nouseminen kielletty, ellei ratajohto ole tehty jännitteettömäksi ja työmaadoitettu".
- Opastinpylväs on varustettava jännitteisen osan koskettamisen estävällä metallisella, paluukiskoon tai M-johtimeen suojamaadoitetulla suoja verkolla (reiän lävistäjä enintään 80 mm). Sää- ja kuormatiloissa 25 kV johtimen ja virroittimen vähimmäisetäisyyden suojaverkosta on oltava 0,70 m sekä paluujohtimen 0,20 m (kuva 11); M-johtimen etäisyydelle suojaverkosta ei aseteta vaatimuksia. Johtimien vähimmäisetäisyyksien opastinpylvään niistä osista, joihin on päästävä huollon aikana käsiksi, on oltava suojaverkon ulkopuolelta suoraviivaisesti mitattuna (kuva 11) muuten samat kuin annetut vähimmäisetäisyydet, paitsi että 25 kV johtimen etäisyys saa olla 1,50 m kaikissa suunnissa.



# Johtimien etäisyysvaatimukset sekä suojaus jännitteisen osan koskettamiselta



Kuva 10. Johtimien ja virroittimen vähimmäisetäisyydet opastimesta.



Kuva 11. Johtimien ja virroittimen vähimmäisetäisyydet suojaverkollisesta opastimesta.

Opastinpylväässä saa työskennellä vain ammattitaitoinen henkilö (työturvallisuusstandardin SFS 6002 /5/ kohta 3.2.2) tai näihin tehtäviin erityisesti opastettu henkilö (työturvallisuusstandardin SFS 6002 /5/ kohta 3.2.4). Työskentelyssä on noudatettava Sähkötamääräyksiä /6/ ja opastimessa työskentelyä koskevia erityisohjeita.

### b) Opastinsilta

Johtimien ja virroittimen on, ilman että on ryhdyttävä jäljempänä esitettyihin varotoimenpiteisiin, täytettävä sää- ja kuormatiloissa seuraavat vähimmäisetäisyydet opastinsillasta (kuvat 12 ja 13).

25 kV johtimen etäisyyden on oltava:

- kävelytasosta ylöspäin 3,27 m
- kävelytasosta alaspäin 1,50 m
- kävelytason kaiteen sisäreunasta (em. pystyetaisyyksiä lähempänä) vaakasuoraan 2,00 m
- opastinsillan askelmista askelmien puoleisessa suunnassa 2,50 m ja muissa suunnissa 2,00 m
- alas lasketusta (myös väliasennot huomioon ottaen) opastimesta säätiloissa 0,27 m ja kuormatiloissa 0,19 m
- ylös nostetusta (huoltotoimenpide) opastimesta ja tämän nostolaitteista 1,50 m.

Virroittimen etäisyyden on oltava:

- opastinsillan askelmista askelmien puoleisessa suunnassa 1,70 m ja muissa suunnissa 1,20 m
- alas lasketusta (myös väliasennot huomioon ottaen) opastimesta 0,19 m.

Paluujohtimen etäisyyden on oltava:

- kävelytasosta ylöspäin 3,00 m
- kävelytasosta alaspäin 1,00 m
- kävelytason kaiteen sisäreunasta (em. pystyetaisyyksiä lähempänä) vaakasuoraan 1,00 m
- opastinsillan askelmista askelmien puoleisessa suunnassa 1,50 m ja muissa suunnissa 1,00 m
- alas lasketusta (myös väliasennot huomioon ottaen) opastimesta 0,06 m
- ylös nostetusta (huoltotoimenpide) opastimesta ja tämän nostolaitteista 1,00 m.

M-johtimen etäisyyden on oltava:

- kävelytasosta ylöspäin 2,50 m
- kävelytasosta alaspäin 0,50 m

### Johtimien etäisyysvaatimukset sekä suojaus jännitteisen osan koskettamiselta

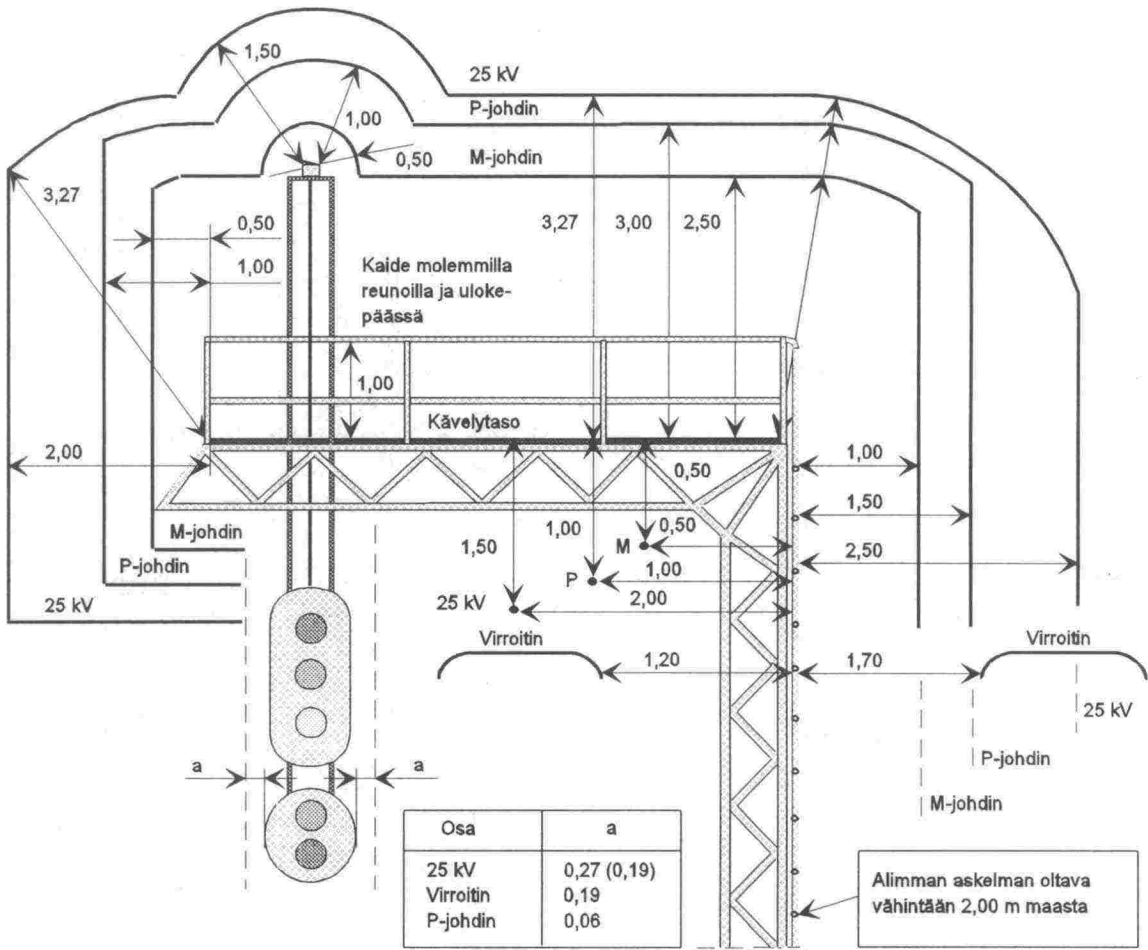
- kävelytason kaiteen sisäreunasta (em. pystyetaisyyksiä lähempänä) vaakasuoraan 0,50 m
- opastinsillan askelmista askelmien puoleisessa suunnassa 1,00 m ja muissa suunnissa 0,50 m
- ylös nostetusta (huoltotoimenpide) opastimesta ja tämän nostolaitteista 0,50 m.

Jos em. etäisyysvaatimuksia ei voida noudattaa, on meneteltävä jommallakummalla seuraavista tavoista:

- Annettuja vähimmäisetaisyyksiä lähempänä olevat johtimet on tehtävä jännitteettömäksi ja työmaadoitettava huoltotyön ajaksi, ja askelmien kohta on varustettava varoituskilvellä, jossa on teksti "Pylvääseen nouseminen kielletty, ellei ratajohto ole tehty jännitteettömäksi ja työmaadoitettu".
- Opastinsilta on varustettava jännitteisen osan koskettamisen estävällä metallisella, paluukiskoon tai M-johtimeen suojamaadoitetulla suojaverkolla, jonka on täytettävä samat vaatimukset kuin opastinpylvään suojaverkon (kohta a).

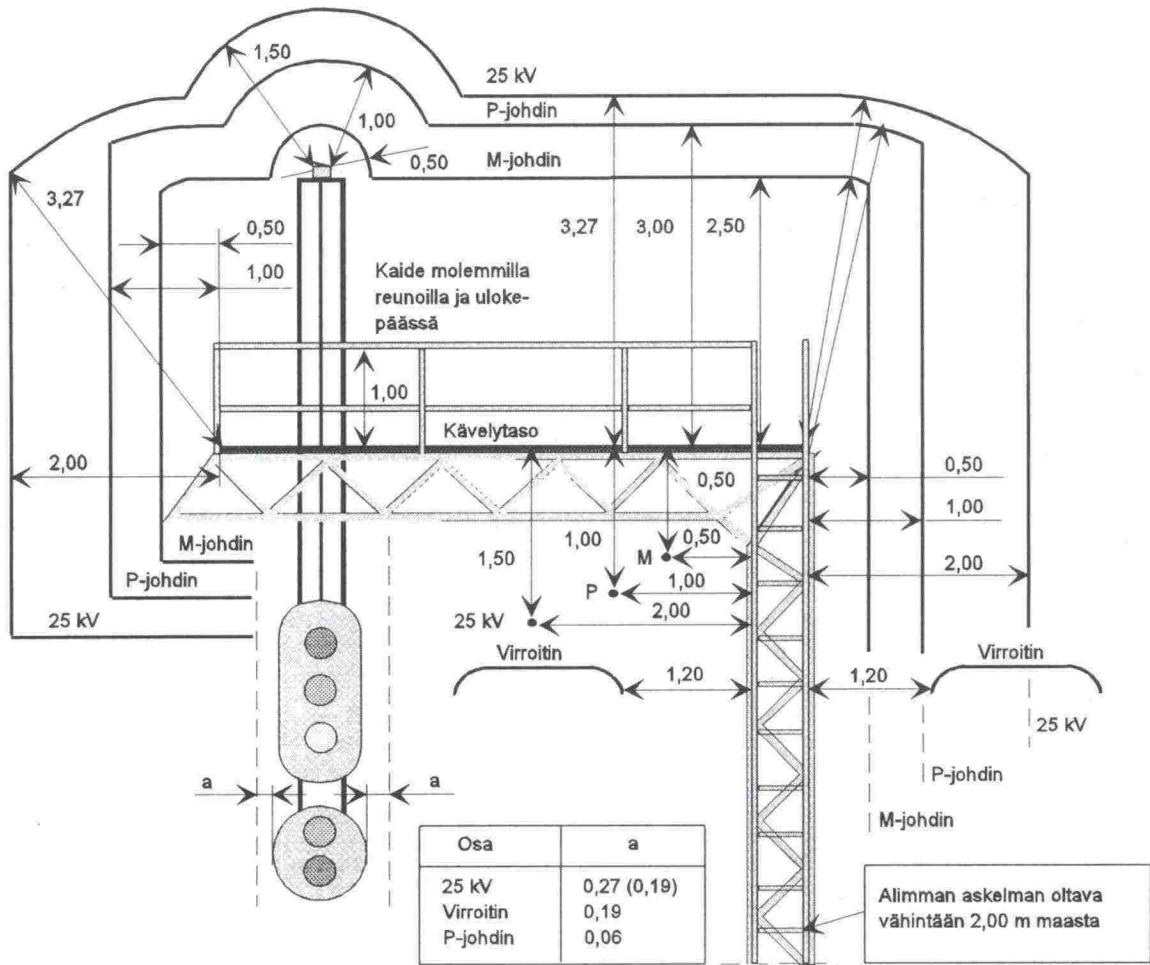
Lisäksi on noudatettava seuraavaa:

- Opastinsillan jalkaan kiinteästi asennettujen askelmien on oltava vähintään 2,00 m korkeudella maasta.
- Opastinsillan kävelytaso on varustettava molemmilta sivuilta ja ulokepäästä vähintään 1,00 m korkuisella kaiteella.
- Opastinsillan jalkaan kiinnitetystä opastimesta sovelletaan samoja etäisyysvaatimuksia kuin opastinpylvästä (kohta a).
- Opastinsillalla saa työskennellä vain ammattitaitoinen henkilö (työturvallisuusstandardin SFS 6002 /5/ kohta 3.2.3) tai näihin tehtäviin erityisesti opastettu henkilö (työturvallisuusstandardin SFS 6002 /5/ kohta 3.2.4). Työskentelyssä on noudatettava Sähkörajamääräyksiä /6/ ja opastimessa työskentelyä koskevia erityisohjeita.
- Työskentelyn on tapahduttava opastinsillan kävelytason yläpuolella.



Kuva 12. Johtimien ja virroittimen vähimmäisetäisyydet opastinsillasta (tikkaat sivulla).





Kuva 13. Johtimien ja virroitimen vähimmäisetäisyydet opastinsillasta (tikkaat radan suuntaisesti).

### 3.3.5.7 Valaisin

Valaisin sijoitetaan erilliseen valaisinpylvääseen tai ratajohtopylvääseen.

Erilliseen valaisinpylvääseen, johon nousta kiinteästi asennettuja askelmia myöten tai pylväskenkiä apuna käyttäen, sovelletaan samoja vaatimuksia kuin opastinpylvääseen (kohta 3.3.5.6.a).

Erillinen valaisinpylväs, jota huolletaan nostolavaa, irtotikkaita (irtotikkaiden tulee olla eristysaineisia) tms. käyttäen, on joko sijoitettava siten, että huoltotyöt voidaan tehdä alittamatta työturvallisuusstandardin SFS 6002 /5/ liitteen I vähimmäisetäisyyksiä (taulukot I.2 ja I.3) tai ratajohto on tehtävä jännitteettömäksi ja työmaadoitettava huoltotyön ajaksi ja valaisinpylväs on varustettava varoituskilvellä, jossa on teksti "Pylvääseen nouseminen kielletty, ellei ratajohto ole tehty jännitteettömäksi ja työmaadoitettu".

Ratajohtopylväässä olevan valaisimen on joko oltava sijoitettu siten, että huoltotyöt voidaan tehdä alittamatta työturvallisuusstandardin SFS 6002 /5/ liitteen I vähimmäisetäisyyksiä, tai ratajohto on tehtävä jännitteettömäksi ja työmaadoitettava huoltotyön ajaksi.

## 3.4 Suojaus radan ylittävällä sillalla

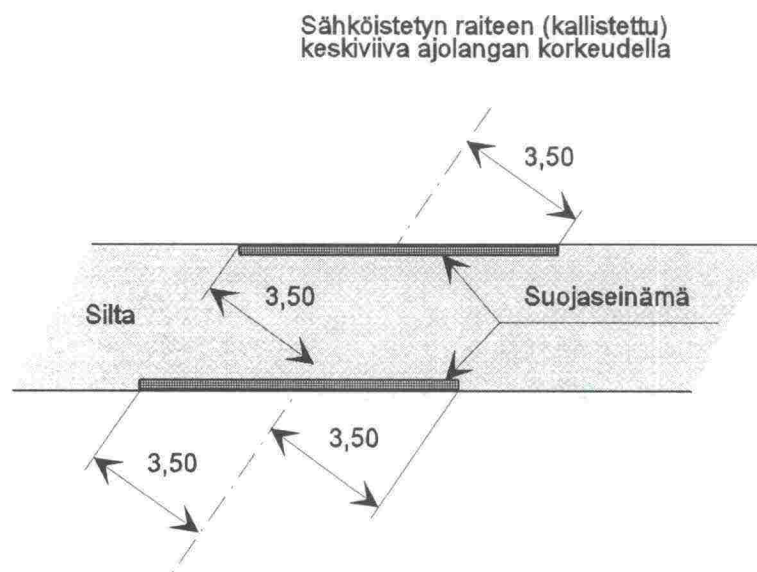
Ylikulkusillalla käytetään kosketussuojana suojaseinämää, -lippaa tai niiden yhdistelmää. Tarkemmat ohjeet on esitetty julkaisussa Siltojen kosketussuojarakenteet /7/, joka sisältää uusien suojien suunnitteluohjeet, yleiset laatuvaatimukset, kunnossapidon pääperiaatteet ja piirustuspienennökset.

Vanhat, RHK:n ohjepiirustuksen 4032 TSN 6303 C1 mukaiset kosketussuojien tyyppi- ja piirustukset ovat edelleen voimassa.

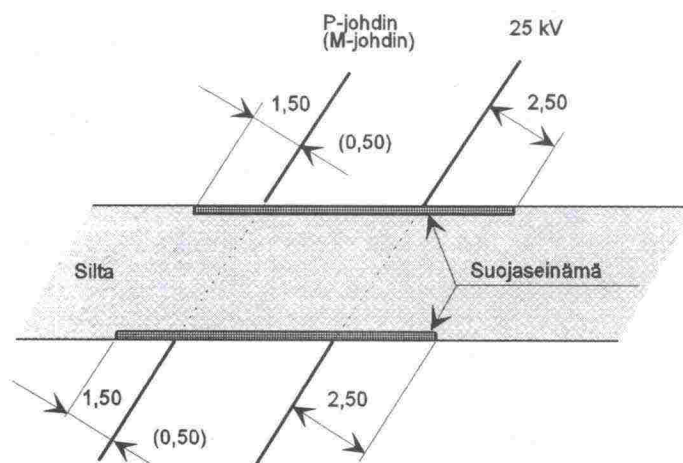
Sillan kannen on oltava umpinainen raiteen ja jännitteisten osien kohdalla olevien lippojen tai seinämien leveydellä (kuvat 14-18).

### 3.4.1 Suojaseinämän pääperiaatteet

Suojaseinämän korkeuden sillan kävelytasosta on oltava vähintään 2,00 m ja seinämän on täytettävä kuvassa 14 esitetty vaakasuora vähimmäisetäisyys raiteen keskiviivasta (virroittimesta johtuva vaatimus) sekä sää- ja kuormatiloissa kuvassa 15 esitetyt vaakasuorat vähimmäisetäisyydet johtimista.

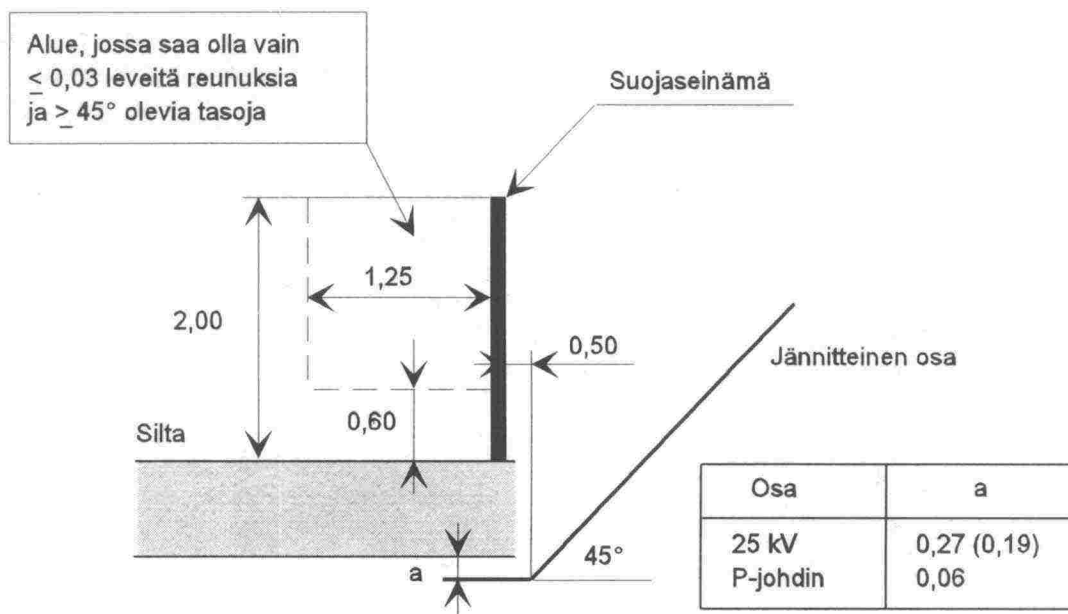


Kuva 14. Suojaseinämän vaakasuora vähimmäisetäisyys raiteen keskiviivasta.



Kuva 15. Suojaseinämän vaakasuora vähimmäisetäisyys johtimista.

Pystysuunnassa sillan kävelytason yläpuolella sijaitsevien jännitteisten osien vähimmäisetäisyyden suojaseinämän sisäreunasta on oltava sää- ja kuormatiloissa kuvan 16 mukainen.

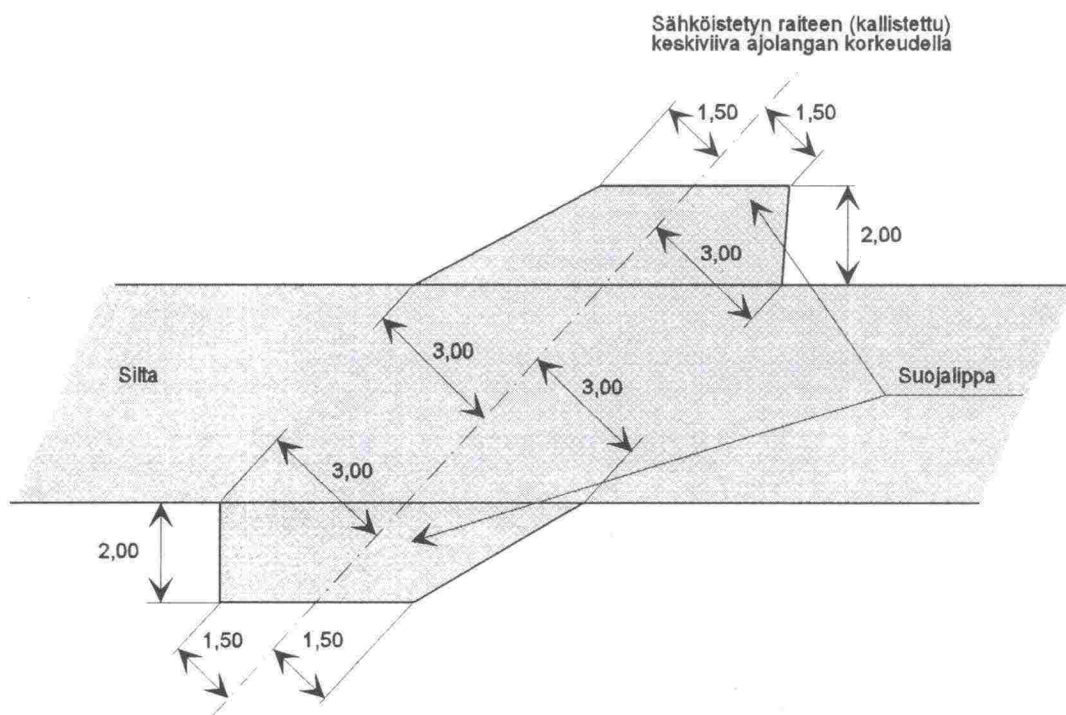


Kuva 16. Jännitteisten osien vähimmäisetäisyys suojaseinämän sisäreunasta ja kiipeämistä vaikeuttavat ehdot.

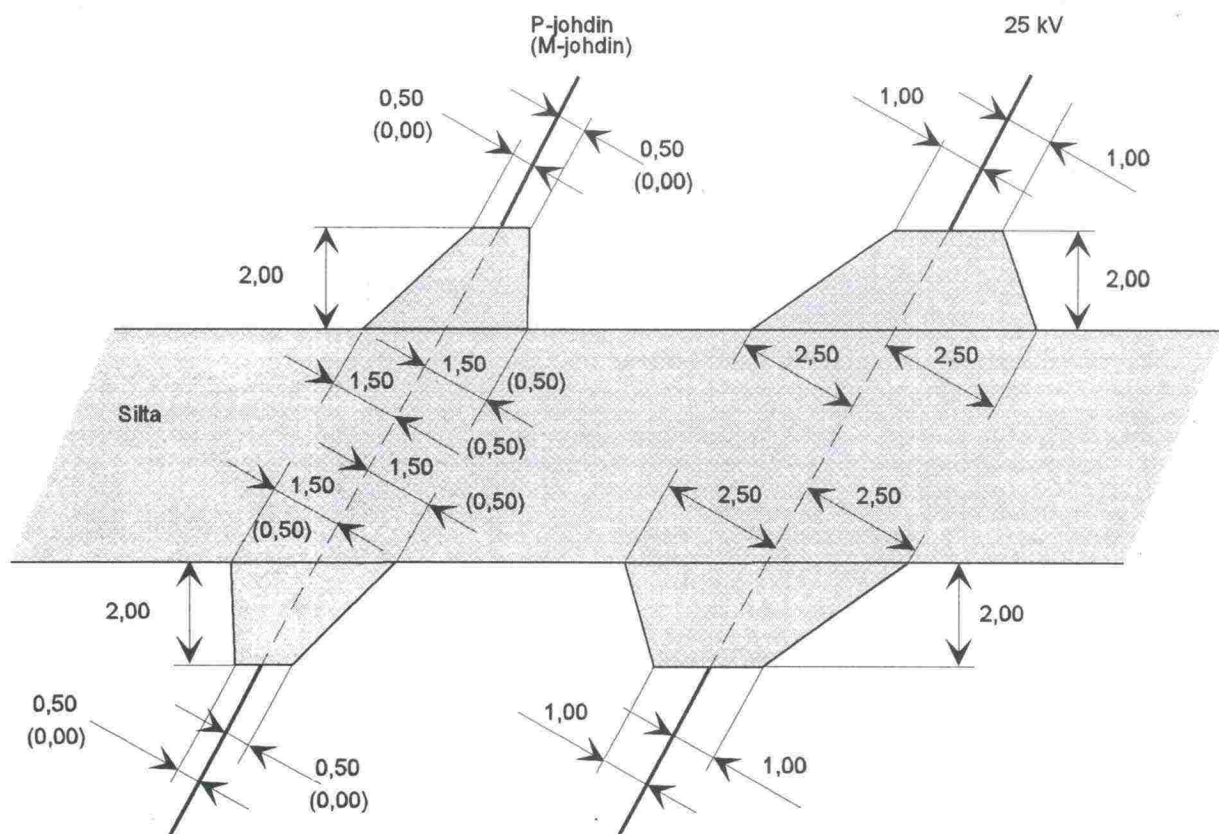
### 3.4.2 Suojalipan pääperiaatteet

Suojalipan on ulotuttava vähintään 2,00 m etäisyydelle sillan kaiteen yläjohteen sisäreunasta ja täytettävä kuvassa 17 esitetty vaakasuora vähimmäisetäisyys raiteen keskiviivasta (virroittimesta johtuva vaatimus) sekä sää- ja kuormatiloissa kuvassa 18 esitetyt vaakasuorat vähimmäisetäisyydet johtimista.



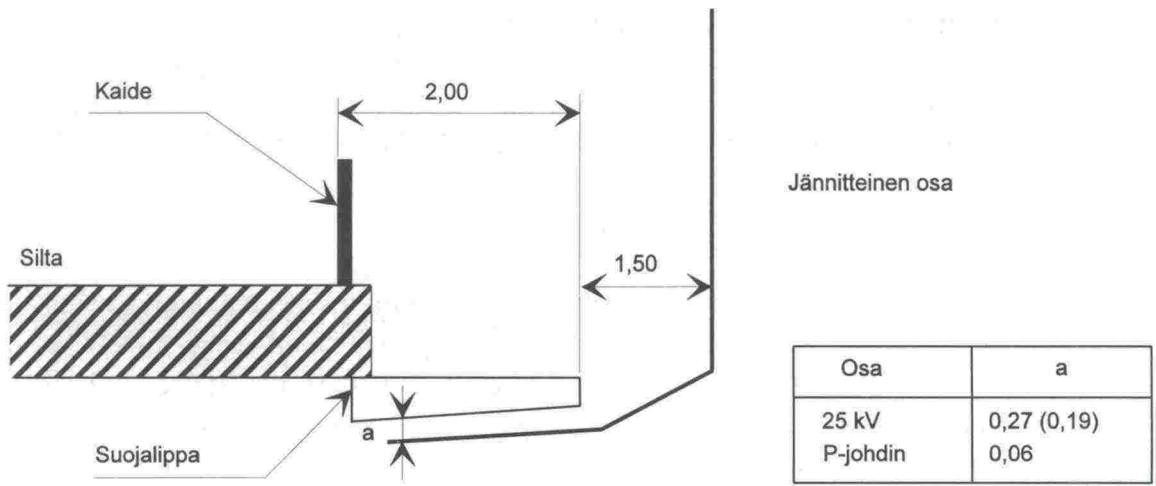


Kuva 17. Suoja-alueen ulottuvuus ja vaakasuora etäisyys raiteen keskiviivasta.



Kuva 18. Suoja-alueen ulottuvuus ja vaakasuora etäisyys johtimista.

Jännitteisen osan on täytettävä sää- ja kuormatiloissa kuvan 19 vähimmäisetäisyydet sillan suojalipasta.



Kuva 19. Jännitteisen osan vähimmäisetäisyys suojalipasta.

Mikäli lipan yläreuna ei ole tiiviisti kiinnitetty siltaan, lippa on limitettävä sillan kanssa siten, että se ulottuu vaakasuunnassa sillan alle ainakin yhtä pitkälle kuin on etäisyys sillan ulkoreunan alapinnasta lipan pintaan sillan ulkoreunan kautta asetetussa pystytasossa. Suojalipan sillan alapuolella olevan osan päässä on oltava irtoesineiden ja lumen/jään tippumisen estävä rakenne.

3.4.3 Suojamaadoitus

Suojaseinä tai -lippa sekä siltaan kiinnitetyt eristinkiinnikkeet on suojamaadoitettava paluukiskoon tai M-johtimeen.

Sillan sivujen alareunassa on kohdan 6.1 mukaiseen sivuetäisyyteen saakka oltava paluukiskoon tai M-johtimeen suojamaadoitettu metalliosa (esim. teräsrakenne, betonirauditus tai varsinainen johdin). Suojalipan kohdalla tämän metalliosan voi korvata metallinen tai metallilla kehystetty suojalippa.

Sillan laajat metalliosat, jotka ovat sää- tai kuormatiloissa alle 1,00 m pystysuoran etäisyyden ja alle 0,50 m vaakasuoran etäisyyden päässä 25 kV johtimesta tai virroittimesta, on suojamaadoitettava paluukiskoon tai M-johtimeen. Näitä etäisyyksiä lähempänä olevat puu- ja betoniosat on peitettävä paluukiskoon tai M-johtimeen suojamaadoitetulla metalliverkolla tai -levyllä tai suojamaadoitus-johtimilla, joiden etäisyys toisistaan on enintään 0,20 m, tai betoniraudat on ko. osin suojamaadoitettava paluukiskoon tai M-johtimeen. Ennestään olevilla betonisilloilla riittää kuitenkin, että sillan reunoissa on sillan koko pituudella betoniin kiinnitetty, paluukiskoon tai M-johtimeen suojamaadoitettu metalliosa (esim. kaide tai johdin) ja että sillan kaikki laajat metalliosat, joiden voidaan olettaa ulottuvan lähelle betonirautoja, on suojamaadoitettu paluukiskoon tai M-johtimeen.

Siltapilarit, jotka ovat annettuja vähimmäisetäisyyksiä lähempänä jännitteistä osaa (virroitin mukaan lukien) tai ovat 5,00 m vaakasuoraa etäisyyttä lähempänä sähköistetyin raitein keskiviivaa, on varustettava jännitteisen osan puolelle sijoitettulla suojamaadoitusjohtimella. Maadoitus tehdään paluukiskoon tai M-johtimeen. Betonirakenteissa voidaan vaihtoehtoisesti suojamaadoittaa betonirauhoitus.

Siltojen tarkemmat maadoituksen suunnitteluohjeet on esitetty Rautatiesiltojen suunnitteluohjeissa (RSO), osassa 8 Siltojen maadoituksen suunnitteluohje /8/.

### **3.5 Muut ilmajohdot ratajohdon läheisyydessä**

Sähköratajärjestelmään kuuluviin muihin ilmajohdointeihin kuin ratajohtopylväisiin kiinnitettyihin johtimiin sovelletaan ratajohdon läheisyydessä julkaisun A 4-93 /2/ kohdan 4.2.1.1 asemesta kohdan 4.3 mukaisia sääntöjä. Samaa menettelyä voidaan RHK:n harkinnasta riippuen noudattaa muihinkin ratajohdon läheisyydessä sijaitseviin ilmajohdointeihin nähden.



## 4 VAROITUSKILVET JA PYLVÄÄSEEN KIIPEÄMISEN ESTÄMINEN

### 4.1 Varoituskilvet

Muiden sähköratajärjestelmään kuuluvien kuin ratajohtopylväisiin kiinnitettyjen johtimien osalta on varoituskilpien käytössä noudatettava sähköturvallisuusjulkaisujen vaatimuksia sellaisenaan.

Varoitettaessa ratajohtopylväisiin kiinnitetyistä johtimista ainakin seuraavat kohteet on varustettava koneturvallisuusstandardin SFS-EN 61310-1 /9/ (ks. myös RAMO 17 Radan merkit /10/) mukaisella varoituskilvellä:

- Ratajohtopylväs, joka sijaitsee liikennepaikan laiturilla, 20 m lähempänä yleisen tien tasoristeystä tai muussa sellaisessa paikassa (esim. lähellä kallioleikkausta), jossa erityiset syyt edellyttävät varoituskilven käyttöä, sekä ratajohtopylväs, jossa on kytkinlaite, muuntaja tai valaisin.
- Nousuaskelmilla varustettu opastin-, valaisin- tms. pylväs, joka ei täytä kohdan 3.3.5.1 etäisyysvaatimuksia jännitteisistä osista.  
Kohtien 3.3.5.6 ja 3.3.5.7 (opastinpylväs ja opastinsilta sekä valaisinpylväs ja ratajohtopylväs) tapauksissa vaaditaan lisäksi pylvääseen nousemisesta varoittava erikoiskilpi.
- Kääntöorren kosketussuojus.
- Kallioleikkaukseen tai muuhun paikkaan sähköturvallisuussyistä rakennettu suoja-aita.  
Kilvet sijoitetaan suoja-aidan päihin ja niiden välille noin 30 m välein.
- Rakennuksen katolle ja parvekkeelle sekä laiturikatoksen päälle johtava ovi, luukku ja tikkaat (irtotikkaita käytettäessä kohdat, joihin tikkaat todennäköisimmin pystytetään).  
Vaaranalaiset paikat katolla ja laiturikatoksen reunalla noin 10 m välein, mikäli kohtien 3.3.5.1, 3.3.5.2 ja 3.3.5.4 etäisyysvaatimukset eivät täyty.  
Katolle ja laiturikatoksen päälle tulevat varoituskilvet sijoitetaan pystyyn sellaiseen asentoon, että ne näkyvät helposti.
- Huolto-, korjaus- tms. hallin sisääntulokohdat ja tarkoituksenmukaiset kohdat hallin sisällä.
- Ylikulkusillan kaiteet, suojaseinämät ja -lipat.  
Kaiteeseen on sijoitettava varoituskilpi suojaseinämän, -lipan tai -lipparyhmän päiden kohdalle. Jos suojalippa tai -lipparyhmä on pitkä, kaiteeseen on lisäksi sijoitettava varoituskilpi suojalipan tai -lipparyhmän kohdalle noin 10 m välein.  
Suojaseinämän yläosaan on sijoitettava varoituskilpi suojaseinämän keskikohdalle ja lisäksi noin 10 m välein.



### Varoituskilvet ja pylvääseen kiipeämisen estäminen

Suojalipan ulkoreunalle on sijoitettava varoituskilpi jokaisen 25 kV johtimen kohdalle pystyyn sellaiseen asentoon, että se näkyy helposti.

- Säästömuuntajat.

#### **4.2 Ratajohtopylvääseen kiipeämisen estäminen**

Ratajohtopylväät (joihin rinnastetaan portaalin jalat) on varustettava kiipeämisesteellä seuraavissa paikoissa:

- liikennepaikan laiturilla
- 20 m lähempänä yleisen tien tasoristeystä (ei koske tilus-, metsä-, yms. tietä)
- alle 20 m etäisyydellä radan suuntaisesta liikenneväylästä, ml. kävely- ja pyörätiet; kiipeämisesteitä ei vaadita, jos rata ja liikenneväylä ovat eri tasossa (korkeusero vähintään 2 m) tai jos ratajohtopylväiden ja liikenneväylän välissä on aita tai oja.

Ristikkorakenteisiin pylväisiin, joissa ei ole vaakasiteitä, ei vaadita kiipeämisesteitä, mutta nekin on em. paikoissa varustettava standardin mukaisilla varoituskilvillä.

## 5 KIINTEÄN MUUNTAMON LIITTÄMINEN RATAJOHTOON

Muuntajan yläjännitepuolen maaliitin on yhdistettävä paluujohtimeen tai M-johtimeen, taikka jos tällaista johdinta ei ole ko. kohdalla tai läheisyydessä, käyttömaadoitettava erillisillä johtimilla vähintään kahden eri raiteen paluukiskoon. Maadoitusjohtimet on tällöin sijoitettava ja suojattava siten, että niiden vahingoittumistodennäköisyys rataan kohdistuvissa töissä tavanomaisia työkoneita käytettäessä on pieni.

Muuntamon erottimeksi riittää kaikissa tapauksissa yksinapainen 25 kV erotin.

## 6 KOSKETUSJÄNNITESUOJAUS

### 6.1 Suojamaadoittaminen

Jännitteelle alttiit johtavat osat, kuten metalliset ratajohtopylväät, on suojamaadoitettava paluukiskoon tai M-johtimeen. Jos kyseessä on kytkinlaitos (esim. ratajohtopylväs, jossa on kytkinlaite tai muuntaja), jännitteelle altis osa on suojamaadoitettava raidevirtapiirien salliessa sekä paluukiskoon että M-johtimeen tai vähintään kahdella maadoitusjohtimella paluukiskoon. Paikassa, jossa ihmisiä usein oleskelee tai liikkuu, jännitteelle altis osa on suojamaadoitettava M-johtimeen tai vähintään kahdella maadoitusjohtimella paluukiskoon.

Jännitteelle varsinaisesti alttiiden johtavien osien lisäksi on paluukiskoon tai M-johtimeen suojamaadoitettava sellaiset rakenteet, jotka laajuutensa vuoksi (esim. metalliverkkoaidat) tai niihin liittyvien johtojen välityksellä (esim. opastin- ja valaisinpylväät) voivat oleellisesti levittää pudonneen tai sinkoutuneen jännitteisen osan potentiaalia vikakohdasta kauemmaksi. Maadoittamisvaatimus pätee, mikäli rakenteen vaakasuora etäisyys sää- ja kuormatiloissa on 25 kV johtimesta vähemmän kuin 2,50 m tai paluujohtimesta vähemmän kuin 1,50 m taikka sähköistetyin raitein keski- ja sivuraiteista vähemmän kuin 5,00 m. Irrallisia esineitä (esim. varastoituja ratakiskoja), piikkilanka-aitaa tms. ei kuitenkaan vaadita suojamaadoitettavaksi.

M-johtimellisen ratajohtojen läheisyydessä olevat laitetilat voidaan maadoittaa M-johtimeen yhdistettyyn ratajohtopylvääseen.

Kohdassa 3.4.3 on suojamaadoittamiselle asetettu eräissä tapauksissa lisä- tai erityisvaatimuksia.

### 6.2 Kiskopotentiaalista aiheutuva kosketusjännite

#### 6.2.1 Yleistä

Kiskopotentiaali on kaluston käyttövirran tai vikatapauksessa oikosulku-/maasulkuvirran aiheuttama potentiaaliero kiskon ja maan välillä.

Kaikki jäljempänä tässä kohdassa esitetyt kosketusjännitearvot tarkoittavat tehollisarvoa.

Eurooppalaisen standardin EN 50122-1 /3/ mukaan käyttövirralla ja oikosulkuvirralla syntyvän kiskopotentiaalista aiheuttama kosketusjännite jaetaan kestoja perusteella kolmeen luokkaan taulukon 1 mukaisesti. Maasulku-/oikosulkuvirralla sallitaan kosketusjännitteelle vain lyhytaikainen kesto.

Taulukko 1. Kosketusjännitteen kestoajan rajat; *t* on virran vaikutusaika sekunneissa.

Kesto	<i>t</i> (s)
Lyhytaikainen	≤0,5
Väliaikainen	0,5≤ <i>t</i> ≤300
Pitkäaikainen	>300

6.2.2 Lyhytaikainen kosketusjännite

Suurin sallittu lyhytaikainen kosketusjännite *U<sub>k</sub>*, joka esiintyy käytännössä oikosulkuvirralla, on esitetty taulukossa 2. Taulukosta puuttuvat väliarvot voidaan interpoloida lineaarisesti.

Taulukko 2. Lyhytaikaisen kosketusjännitteen sallitut arvot; *t* on virran vaikutusaika sekunneissa.

<i>t</i> (s)	<i>U<sub>k</sub></i> (V)
0,02	940
0,05	935
0,1	840
0,2	670
0,3	497
0,4	305
0,5	225

6.2.3 Väliaikainen kosketusjännite

Suurin sallittu väliaikainen kosketusjännite *U<sub>k</sub>*, joka esiintyy käytännössä käyttövirralla, on esitetty taulukossa 3. Taulukosta puuttuvat väliarvot voidaan interpoloida lineaarisesti.

*Taulukko 3. Väliaikaisen kosketusjännitteen sallitut arvot;  $t$  on virran vaikutusaika sekunneissa.*

$t$ (s)	$U_k$ (V)
0,6	160
0,7	130
0,8	110
0,9	90
1	80
$\leq 300$	65

#### 6.2.4 Käyttövirran aiheuttama kosketusjännite

Käyttövirralla suurin sallittu jatkuva kiskopotentialista aiheutuva kosketusjännite on normaalisti 60 V mutta konepajoissa ja vastaavissa paikoissa 25 V.

#### 6.3 Ulkopuolisen verkon PE- tai PEN-johtimen yhdistäminen paluukiskoon

Ulkopuolisen sähköjakeluverkon PE- tai PEN-johdin saadaan yhdistää sähköradan paluukiskoon, jos käyttövirralla kiskopotentialista aiheutuva kosketusjännite on enintään 50 V. Lisäksi kyseisessä verkossa oikosulkusuojauksen pitää olla toteutettu oikosulun nopealla ja automaattisella poiskytkemisellä eikä sähköradan paluuvirta saa aiheuttaa PE- tai PEN-johtimessa liiallista lämpenemää.

Jos nämä ehdot eivät täyty, ulkopuolisen sähköjakeluverkon PE- tai PEN-johdinta ei saa yhdistää paluukiskoon. Tällöin ulkopuolinen verkko on varustettava erotusmuuntajalla tai vikavirtasuojakytkimillä.

Tarkemmat ohjeet on esitetty julkaisussa Laitetilojen ja valaisimien maadoittaminen /11/.



## 7 MAASULKUSUOJAUS

Varmennetun johdon johtimen putoamismahdollisuutta ei tarvitse ottaa huomioon 25 kV sähköratajärjestelmän maasulkusuojauksessa (jona toimii järjestelmässä oikosulkusuojaus).

Jännitteelle alttiit osat on suojamaadoitettava siten, että 25 kV järjestelmän maasulkusuojaus toimii nopeasti niihin tapahtuvissa maasuluissa.

Edellä mainituilla edellytyksillä sähköturvallisuusmääräysten 500 ohmin vikaresistanssia ei sovelleta sähköratajärjestelmään.

Paluujohtinpiirissä maasulkusuojausta ei vaadita.

## 8 JÄNNITELUJUUS

### 8.1 Koejännitteet

Eristimet on jaettu kahteen luokkaan A ja B. Alla mainitut koejännitteet ovat voimassa sähköradassa käytettäville eristimille ja erottimille.

Perustaso:

- 70 kV; 1 min 50 Hz (ulos asennettaville eristimille sadekokeena)
- 145 kV; 1,2/50  $\mu$ s
- B-tyypin eristimen läpilyöntilujuus jyrkällä syöksyjännitteellä julkaisun A 4-93 /4/ kohdan 3.2.2.2.c mukaisesti.

Eristimet huomattavalle likaantumiselle alttiissa paikoissa, ellei eristimiä puhdisteta säännöllisesti:

- 95 kV; 1 min, 50 Hz (sadekokeena)
- 145 kV; 1,2/50  $\mu$ s.

Erottimen avausväli ja sen kanssa rinnan oleva ilmaväli (paitsi ryhmityseristimen ilmaväli, kohta 3.2):

- 90 kV; 1 min, 50 Hz
- 170 kV; 1,2/50  $\mu$ s.

Erottimen avausvälin kanssa rinnan oleva eristin:

- 120 kV; 1 min, 50 Hz (sadekokeena), jos avausvälin eri puolilla olevat jännitteet voivat olla eri tahdissa tai niiden välinen vaihe-ero voi olla suurempi kuin  $60^\circ$
- 105 kV; 1 min, 50 Hz (sadekokeena) tapauksessa, jossa ei voi olla edellä tarkoitettua vaihe-eroa
- 170 kV; 1,2/50  $\mu$ s.

Paluojahtimen eristin:

- 15 kV; 1 min, 50 Hz (sadekokeena)
- B-tyypin eristimen läpilyöntilujuus julkaisun A 4-93 /2/ kohdan 3.2.2.2.c mukaisesti.

Haruseristin:

- 33 kV; 1 min, 50 Hz (sadekokeena), yläpäästään suojamaadoittamaton jännitteelle altis harus
- 1,67 kertaa suurin maadoitusjännite; 1 min, 50 Hz (sadekokeena), yläpäästään suojamaadoitettu harus.

## 8.2 Koestamattomat vapaat ilmvälit

Ratajohdon vapaille ilmväleille asetetut vaatimukset on esitetty kohdassa 3.2.

Kytkeinlaitoksen koestamattomien vapaiden ilmväliden on täytettävä seuraavat vähimmäisvaatimukset::

- 25 kV osan etäisyys jännitteettömistä osista 0,27 m
- 25 kV erottimen avausvälin kanssa rinnan oleva ilmväli 0,31 m
- paluujohdinpiiriin kuuluvan osan etäisyys jännitteettömistä osista 0,06 m.

**VIITTEET**

- /1/ SFS 6001 Suurjännitesähköasennukset, Suomen standardisoimisliitto
- /2/ A4-93 Vahvavirtailmajohdantomääräykset, Sähkötarkastuskeskus
- /3/ EN-50122-1 Railway applications - Fixed installations, Part 1: Protective provisions relating to electrical safety and earthing, CENELEC
- /4/ RIL 90-1996 Teräsrakenteiden suunnitteluohjeet, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto
- /5/ SFS 6002 Sähkötyöturvallisuus, Suomen standardisoimisliitto
- /6/ Sähkötatamääräykset, Ratahallintokeskus
- /7/ Siltojen kosketussuojarakenteet, Tiehallinto
- /8/ Rautatiesiltojen suunnitteluohje (RSO) osa 8 Siltojen maadoituksen suunnitteluohje, Ratahallintokeskus
- /9/ SFS-EN 61310-1 Koneturvallisuus, Suomen standardisoimisliitto
- /10/ Ratatekniset määräykset ja ohjeet (RAMO) osa 17 Radan merkit, Ratahallintokeskus
- /11/ Laitetilojen ja valaisimien maadoittaminen, Ratahallintokeskus



- 1 Rautatieliikennetärinän mittausohje
- 2 Yleisohje johdoista ja kaapeleista Ratahallintokeskuksen alueella
- 3 Teollisuus- ja satamaradat
- 4 Radan suunnitteluohje
- 5 Sähköratamääräykset
- 6 Johtoteiden suunnitteluohjeet
- 7 Maakaapeleiden kaivu- ja asennusohjeet
- 8 Ratojen routasuojaustarpeen selvittäminen, tutkimusohje
- 9 Laitetilojen ja valaisimien maadoittaminen

RATAHALLINTOKESKUS  
KAIVOKATU 6, PL 185  
00101 HELSINKI

Lisätietoja: Juha Sjöblom, puh. (09) 5840 5187, sähköposti: juha.sjoblom@rhk.fi  
Jakelu: VR Kirjapaino, puh.0307 25874, faksi 0307 25826

ISBN 952-445-077-1  
ISSN 1456-1204